Vergleichende petrographische Studien an Rhöngesteinen.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der hohen naturwissenschaftlichen Fakultät der Vereinigten Friedrichsuniversität Halle-Wittenberg

vorgelegt von

Kurt Holler
aus Hayingen (Lothr.)

Halle-Saale
1925
Buchdruckerei des Mitteldeutschen Verlages

Referent: **Herr Professor Dr. v. Wolff.**
Kor.: **Herr Geheimrat Prof. Dr. Walther.**
Datum der mündlichen Prüfung: 22. Juli 1925.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinen Eltern.

Inhalt:

Seite:

1. Einleitung 5
2. Das relative Alter der Eruptionen
   a) Vorkommen und Verbreitung 7
   b) Chemisch-petrographische Untersuchung einiger Basalt- und Phonolithvorkommen 12
   c) Altersfolge 22
3. Genetische Verhältnisse 33
4. Auszug 43
5. Literaturverzeichnis 45
6. Lebenslauf 46
7. Tabellen

Einleitung.

Die vulkanischen Erscheinungen im Gebiete der Rhön haben von jeher ein großes Interesse bei geologischen und petrographischen Forschern erweckt und sind in zahllosen Veröffentlichungen früherer Jahre eingehend beschrieben worden. Zu einer systematischen Untersuchung dieses Gebietes kam es jedoch erst durch Prof. Dr. H. Bücking und seine Straßburger Schüler. Eine ganze Reihe sehr gründlicher Untersuchungen über die einzelnen Gebiete der Rhön wurde in den Jahren 1878 bis 1910 veröffentlicht, sie sind vor allen Dingen deshalb besonders wertvoll, weil sie sich nicht auf petrographische Beschreibungen der Eruptivgesteine beschränken, sondern auch versuchen, eine relative Altersfolge der Eruptionen und den Zusammenhang mit dem geologischen Untergrund festzustellen. Bücking hat dann 1910 eine Zusammenfassung der bis dahin erschienenen Analysen von Rhönbasalten und Rhönphonolithen veröffentlicht und die allgemeinen Folgerungen aus den bisherigen Untersuchungen über die Altersfolge der Eruptionen gezogen.

Eine Hauptschwierigkeit für die Kartierung der Eruptivgesteine dieses Gebietes besteht darin, daß die verschiedenen Basaltabarten, die in der Rhön auftreten, makroskopisch nur sehr schlecht oder garnicht voneinander unterschieden werden können, ja, daß sogar die mikroskopische Untersuchung bei sehr dichten Gesteinen nur zu oft keine eindeutige Bestimmung der Basalte ermöglicht. Die Grenzen zwischen Feldspatbasalt und Basanit, zwischen Basanit und Nephelinbasalt, zwischen Tephrit und Phonolith sind außerordentlich verschwommen, und man wird, wenn man keine eingehende mikroskopische Untersuchung und chemische Analyse des Gesteins vornehmen kann, immer nur annähernd den Charakter des Gesteins erkennen können. Makroskopisch kann man wohl Phonolithe und manche Tephrite von Feldspatbasalten und Nephelinbasalten unterscheiden, aber die exakte Bestimmung des Gesteins und Zuordnung zu einer der vorkommenden Arten ist auf diesem Wege nicht möglich.

Die Aufgabe des Verfassers war es nun, an Hand der vorhandenen und eigener Analysen und Beobachtungen die Eruptivgesteine der Rhön nach ihrem relativen Alter zu trennen, und die genetischen Beziehungen, die sie miteinander verknüpfen, zu klären. Dazu war es vor allen Dingen nötig, diejenigen Gebiete genauer zu untersuchen, in welchen mehrere verschiedene Basalt- oder Phonolithdecken einander überlagern oder wo jüngere Durchbrüche durch ältere Deckenergüsse erfolgt sind. Von den älteren Untersuchungen konnten in dieser Arbeit aus oben genannten Gründen nur diejenigen verwertet werden, in denen die für die verschiedenen Eruptionen charakteristischen Basalttypen chemisch und mikroskopisch genau untersucht und definiert waren und gleichzeitig das Bild der gegenseitigen Lagerung restlos geklärt war. Um die Altersfolge der Eruptionen an der Wasserkuppe und an den Schwarzen Bergen klarzustellen, wurden vom Verfasser einige, die bisherigen ergänzende, neue Analysen von Basalten und Phonolithen gemacht und die Gesteine mikroskopisch untersucht. Die Proben wurden vom Verfasser selbst geschlagen und die Lagerung an Ort und Stelle untersucht.

Das relative Alter der Eruptionen.

a) Vorkommen und Verbreitung.

Der dunkelgraue bis schwarze, meist dichte Basalt läßt sich von dem hellen und meist plattig abgesonderten Phonolith leicht unterscheiden. Der erstere ist über die ganze Rhön verbreitet, während der letztere sich hauptsächlich in der mittleren und nördlichen Rhön, und zwar westlich von der sog. Hohen-Rhön findet. Die Basalte bilden Decken von gewaltiger Mächtigkeit, und man muß annehmen, daß sich zahlreiche Basaltlavaströme übereinander ergossen haben. Mitunter sind die Decken deutlich voneinander unterscheidbar, zumal wenn Tuffschichten zwischen ihnen auftreten. Aber man findet in der Rhön leider nur wenige und schlechte Aufschlüsse, und daher lassen sich solche trennenden Tuffschichten nur selten nachweisen und noch seltener verfolgen.

Deckenergüsse von Basalten findet man in der Rhön einerseits im SW im Breitfirstgebiet, andererseits besonders auf der Langen- und Mittelrhön und den benachbarten Plateaus vom Kreuzberg, den Schwarzen Bergen, dem Dammersfeld, der Geba, dem Hahnberg, Roßberg, dem Hohen Stern und a. m. In den vielen Hunderten von selbständigen Kuppen haben wir von basaltischen Massen ausgefüllte, oft auch mit Tuffen oder Schlotbreccien umgebene Eruptionskanäle zu sehen. Häufig kann man auch den Zusammenhang oder ehemaligen Zusammenhang zwischen solchen Eruptionsstielen und zugehörigen Decken ganz gut verfolgen.

Wir haben es in der Rhön mit folgenden Arten von Eruptivgesteinen zu tun:

1. Feldspatbasalte und Dolerite. Nach Bücking wäre der Dolerit nur als eine Erstarrungsmodifikation eines Lavastromes zu betrachten, die sich infolge langsamerer Abkühlung in der Mitte mächtiger Ergüsse gebildet hätte. Diese Annahme Bückings ist schon deshalb nicht wahr-

scheinlich, weil im Breitfirstgebiet, in der Gegend von Schwarzenfels (Hopfenberg, Escheberg), Mottgers (Steinfirst), Weiperz eine ganze Reihe von Doleritdurchbrüchen, die sich durch die Umhüllung mit Tuffen oder mit einer Schlotbreccie teilweise deutlich als solche erweisen, bekannt sind. Auch der Windbühl südlich von Zeitlofs gehört hierher. Besonders aber sprechen die chemischen Untersuchungen gegen eine solche Annahme. Die Analysen, welche Bücking (Lit. 2) zusammengestellt hat, zeigen bei den Doleriten einen Kieselsäuregehalt von 55 bis 48 %, dagegen bei den Feldspatbasalten einen solchen von 48 bis 42 %. Das ist ein deutlicher Hinweis darauf, daß es sich hier nicht nur um verschiedene Ausbildungsformen desselben Magmas handelt, sondern daß die Dolerite einem saueren Magma entsprechen als die Feldspatbasalte.

Dolerite und Feldspatbasalte haben in der Rhön weite Verbreitung. Ihre stärkste Ausdehnung haben sie im Breitfirstgebiet, wo sie als jüngste Glieder der Eruptionen die Höhen bedecken, und im südwestlichen Teil der Hohen Rhön, wo sie in der Gegend der Wasserkuppe und des Kesselsteins große Decken gebildet haben. Deckenreste von Feldspatbasalt und Dolerit findet man überall am Rande der Langen Rhön als Liegendes der jüngeren Nephelinbasalt- und Nephelinbasanitdecken, welche die Hauptmasse der Basalte auf der Langen Rhön ausmachen. Im übrigen findet man Feldspatbasalt in dem Gebiete, welches zwischen Breitfirst und Hoher Rhön liegt, ziemlich häufig und auch in der nördlichen Rhön wird er stellenweise, allerdings nur in geringerer Ausdehnung beobachtet. Hierbei ist allerdings zu bedenken, daß viele Gesteine, welche von früheren Autoren als Plagioklasbasalte bezeichnet wurden, garnicht zu diesen gerechnet werden können, weil Nephelin in ihnen auftritt. Vorläufig können nur diejenigen Gesteine einwandfrei als Feldspatbasalte bezeichnet werden, von welchen chemische Analysen und mikroskopische Untersuchungen vorliegen. Das sind die Dolerite im Breitfirstgebiet vom Frauenberg, von Sparhof, vom Windbühl bei Zeitlofs, Hopfenberg bei Schwarzenfels und an der Hohen Rhön von der Kalten Buche, vom Strutberg, Gangolfsberg und von Reupers bei Roth, ferner die dichten Feldspatbasalte vom Schelmeneck bei Schwarzenfels (Breitfirstgebiet) und vom Ilmenberg, Steinernen Haus, Pferdskopf und Predigtstuhl (Hohe Rhön). Auch das als Hornblendebasalt bezeichnete Gestein vom Kirschberg bei Rasdorf ist ein Feldspatbasalt,

während die anderen von Bücking angeführten Hornblendebasalte ebenso wie die von ihm als Basanite oder Trachydolerite bezeichneten Gesteine durchweg sowohl der Analyse nach, als auch wegen des festgestellten Nephelingehaltes als Unterarten zu den Basaniten gestellt werden. Der von Bücking als „dichter Feldspatbasalt" bezeichnete Basalt des Schafsteins im O der Wasserkuppe ist, wie aus der analytischen und mikroskopischen Untersuchung (s. weiter unten) hervorgeht, kein Feldspatbasalt sondern ein saurer Basanit. Ebenso zeigte die genauere mikroskopische Untersuchung des Gesteins vom Gipfel der Eube, daß dort kein Feldspatbasalt, sondern ein Basanit lagert, denn das Gestein führt Nephelin.

Von den übrigen auf der geologischen Karte der Rhön als Feldspatbasalt eingetragenen Vorkommen existieren keine Analysen. Sie können daher hier außer Acht gelassen werden.

2. Nephelinbasalte und Nephelinbasanite. Sie machen den weitaus größten Teil der in der Rhön vorkommenden Basalte aus. Wenn man den Nephelinbasalt vom Basanit dadurch trennt, daß man Gesteine, welche neben den Feldspatvertretern noch Feldspat führen, zu den Basaniten stellt, dagegen die Bezeichnung Nephelinbasalt auf die feldspatfreien Basalte beschränkt, dann wird man in der Rhön nur relativ wenige Nephelinbasalte finden. Denn in den meisten als Nephelinbasalt bezeichneten Gesteinen zeigt die mikroskopische Untersuchung das Vorhandensein von mehr oder weniger Plagioklas. Unterscheidet man jedoch die Nephelinbasalte von den Basaniten durch das Verhältnis von Nephelin zu Feldspat, indem man für erstere ein Ueberwiegen des Nephelins über den Feldspat, für letztere ein solches von Feldspat über Nephelin annimmt, so wird die Grenze zwischen beiden sehr schwer zu ziehen sein, und man wird bei vielen Gesteinen über ihre Zuordnung zum Nephelinbasalt oder Basanit in Zweifel geraten, zumal wenn sowohl Nephelin als auch Feldspat gegenüber den melanokraten Komponenten stark zurücktreten. Jedenfalls sind diese beiden Arten des basaltischen Magmas eng miteinander verwandt und durch kontinuierliche Uebergänge miteinander verknüpft, was sich auch darin zeigt, daß mitunter einheitliche Erscheinungen von Deckenergüssen randlich „basanitisch" und zentral „nephelinbasaltisch" ausgebildet auftreten, d. h., daß die mikroskopische Untersuchung eine Zunahme von Nephelin und gleichzeitige Abnahme von Feldspat vom Rande nach der Mitte der Eruption zu zeigt. Außerdem treten die beiden Gesteine fast überall

in der Rhön im engsten Zusammenhang auf und wechsellagern häufig miteinander.

Sie sind in der ganzen Rhön verbreitet. Die mächtigen Deckenergüsse der Hohen Rhön bestehen in der Hauptsache aus diesen basischen Basalten, ebenso finden sie sich in ziemlicher Ausdehnung am Dammersfeld, Kreuzberg, den Schwarzen Bergen, südwestlich bis zur Breitfirst; ferner an der Geba und auf den zahllosen Kuppen der nördlichen Rhön, wo allerdings nach Bücking (Lit. 1) der Basanit gegenüber dem Nephelinbasalt zurücktreten soll. Die von Bücking (Lit. 2) angeführten Analysen von Nephelinbasalt und Basanit zeigen zahllose Uebergangsglieder zwischen beiden Gesteinen. Der Kieselsäuregehalt schwankt zwischen 47 und 35 %. Die von Bücking angeführten „Hornblendebasalte" von Todtenköpfchen und von Sparbrod bei Gersfeld gehören nach ihrer chemischen und mineralogischen Zusammensetzung ebenso zu den Basalten, wie die unter dem Namen Basaltit oder Trachydolerit zusammengestellten Vorkommen von der Platzer Kuppe, dem Lösershag, dem Dachberg, dem Volkersberg, und dem Ulmenstein. Sie stellen nur durch das Auftreten von Rhönit oder Hornblende ausgezeichnete Unterarten der Basanite dar. Auch die Limburgite sind zumeist als glasige Erstarrungsformen von Basanit oder Nephelinbasalt zu betrachten, wie aus den veröffentlichen Analysen vom Hundskopf bei Lengsfeld und vom Dörnberg-Suchenberg bei Spahl hervorgeht und auch schon Bücking erwähnt.

3. Tephrite kennt man in der Rhön aus dem nördlichen und mittleren Teil, aber in relativ sehr geringer Verbreitung. Nach Bücking kann man zwei, nach Aussehen, mineralogischer und chemischer Zusammensetzung wohl unterscheidbare Typen bemerken: basaltische und phonolithische Tephrite. Die ersteren ähneln äußerlich in Farbe und Struktur sehr den übrigen Basalten und unterscheiden sich von ihnen nur durch das Fehlen von Olivin. Die letzteren sehen dagegen äußerlich dem Phonolith ähnlich, dem sie sich auch durch das Führen von Nosean, Rhönit und Apatit nähern. Sie wurden darum auch schon als Plagioklasphonolithe bezeichnet. Sie führen als Uebergangsglieder von den Basaniten zu den Phonolithen und zeigen Grenztypen nach beiden Seiten. Der Kieselsäuregehalt der von Bücking zusammengestellten Tephritanalysen schwankt zwischen 44 und 54 %. Zu den basaltoiden Tephriten gehören die analysierten Gesteine vom Rückersberg bei Ritterfeld, Tannenfels südlich Eckweisbach, Hoherod bei Hofbieber,

Suchenberg bei Spahl, Bildstein bei Poppenhausen und der fälschlich zu den Feldspatbasalten gestellte Tephrit vom Zornberg südlich Gersfeld. Phonolithoide Tephrite sind die analysierten Gesteine vom Kreuzberg (Käuling), Hozzelberg bei Spahl, Kirschberg bei Rasdorf, Dedgesstein bei Spahl und Steinhauck bei Obernüst.

4. Der Phonolith unterscheidet sich von den Basalten schon oberflächlich durch seine hellgraue bis grünlichgraue Farbe und seine dünnplattige Absonderung. Er findet sich vor allem in der Umgebung von Kleinsassen und weiter nördlich in der Kuppen-Rhön. Aber auch weiter südöstlich an der Wasserkuppe und am Steinkopf (Hohe Rhön), und südlich bis zur kleinen Nalle bei Gersfeld und zur Dalherdakuppe am Dammersfelde, tritt er, wenn auch seltener, auf. Bücking teilt die Phonolithe in die feldspatreichen sogenannten trachytischen und die nephelinreichen, sogenannten nephelinitischen Phonolithe. Während die letzteren mehr in den zentralen Teilen der Rhön auftreten, zeigen die ersteren eine größere allgemeine Verbreitung. Dazwischen gibt es natürlich zahlreiche Uebergangsglieder. Als Unterarten treten Noseanphonolithe auf, wenn der Nephelin ganz oder teilweise durch Nosean oder Hauyn ersetzt ist. Ein solcher ist z. B. der Phonolith vom Linzberg bei Hofaschenbach, in dem der Nosean sich in relativ großen Kristallen findet. Die von Bücking als andesitische Phonolithe bezeichneten Gesteine, in denen neben dem Sanidin noch Kalknatronfeldspäte und neben den Aegirinaugiten gemeine oder diopsidartige Augite auftreten, sind wohl als Uebergangsglieder zu den Tephriten aufzufassen. Man findet sie am Haselstein und an der Dalherdakuppe. Sanidinit erscheint als saure, Buchonit als basische Ausscheidung des Phonoliths. Man kennt ersteren z. B. aus den trachytischen Phonolithen des Altberges bei Friesenhausen, wo er faust- bis kopfgroße Anhäufungen von Sanidin-Kristallen allein oder mit Hornblendenadeln bildet. Buchonit tritt als dunkle Ausscheidung in normalem Phonolith am Kalvarienberg auf und enthält Plagioklas, Nephelin, Augit und Hornblende als wesentliche Bestandteile.

Die Analysen der Phonolithe zeigen Kieselsäurewerte zwischen 45 und 66 %, schwanken also ziemlich erheblich. Aber die nephelinitischen Phonolithe unterscheiden sich in ihrer chemischen Zusammensetzung nur wenig von den trachytischen Phonolithen. Der Kieselsäuregehalt ist bei beiden ungefähr der gleiche.

b) Chemisch-petrographische Untersuchung einiger Basalt- und Phonolithvorkommen.

1. Phonolith vom O-Abhang der Wasserkuppe.

Wenn man von Wüstensachsen am Schafstein vorbei den Fußpfad zur Wasserkuppe emporsteigt, so treten schon bald, nachdem der Weg den Laubwald des Schafsteins verläßt, am Beginn des flachen, kahlen O-Abhanges der Wasserkuppe Blöcke von Phonolith auf, die sich deutlich von dem dunklen Basalt des Schafsteins durch ihr leukokrates Aussehen und ihre plattige Absonderung unterscheiden. Es handelt sich um den Phonolith, der sich nach Bücking rund um die Wasserkuppe herum verfolgen läßt. Leider verdeckt eine dichte Grasnarbe das ganze weite Gebiet und Aufschlüsse sind selten und schlecht. Das Gestein hat eine graugrüne Farbe und verwittert weißlich grau. U. d. L. sieht man in der grünlichgrauen dichten Grundmasse kleine, etwa 1 mm große, helle kristalle zeigen sich besonders auf den Flächen der Plattung, die bis zu 1½ mm Länge beobachtet wurden. Die Sanidin-Kristalle zeigen sich besonders auf den Flächen der Plattung, zu welchen sie parallel geordnet erscheinen. U. d. M. sieht man in einer sehr dichten Grundmasse größere Einsprenglinge von Augit. Es handelt sich um Aegirinaugite, die aber nur noch als Reste vorhanden sind. Sanidin als Einsprengling fehlt hier. Auch Magneteisen tritt als Einsprengling auf. Von allen gilt, daß sie gegenüber der Grundmasse stark zurücktreten. Die Grundmasse erweist sich u. d. M. als hauptsächlich aus Sanadin und Augit bestehend. Der Sanidin überwiegt bei weitem, tritt in kleinen Leisten auf, und ist stellenweise fluidal angeordnet. Der Augit — auch wieder Aegirinaugit — tritt in kleinen, grünen Säulchen auf und zeigt schwachen Pleochroismus. Sehr reichlich ist in der Grundmasse auch Titaneisen und Magneteisen vorhanden. Das mikroskopische Bild ist mit ihren schwarzen Punkten wie übersät. Die Zwischenklemmungsmasse, die in der Grundmasse auftritt, ist doppelbrechend und erweist sich bei der Behandlung mit HCl durch das Auskristallisieren von Kochsalzwürfeln als Nephelin. Mineralien der Sodalithgruppe wurden nicht beobachtet. Dagegen zeigt sich Apatit in teilweise relativ großen Nadeln. Typisch ist für das Gestein auch das ziemlich häufige Vorkommen von Rhönit in allerdings sehr kleinen Kriställchen von gelblicher bis bräunlicher Färbung, und von oft tief rotbraun bis schwarz gefärb-

tem Cossyrit. Beide zeigten schwache, aber deutliche Doppelbrechung.

Die Analyse des Gesteins ergab:

SiO_2	=	55,30
TiO_2	=	0,29
Al_2O_3	=	18,90
Fe_2O_3	=	5,77
FeO	=	2,78
CaO	=	3,52
MgO	=	2,61
Na_2O	=	4,54
K_2O	=	6,56
H_2O	=	0,51
Summe . . .		100,78
Spez. Gew. .		2,707

2. Basanit vom Schafstein.

Der Fußpfad, der von Wüstensachsen zur Wasserkuppe hinaufführt, zieht sich durch Laubwald, links am Schafstein vorbei. Gleich unterhalb der Kuppe zeigt sich rechts vom Wege eine Geröllhalde mit teilweise stark verwittertem Gestein. Von einem frischen Block wurde eine Probe geschlagen. Das Gestein ist schwarzgrau und sehr dicht. Am Außenrand zeigt es eine schmale, weißlich-graue Verwitterungszone. Dem unbewaffneten Auge erkennbare Einsprenglinge wurden nicht beobachtet. U. d. L. sieht man nur selten größere Einsprenglinge von Olivin, ausnahmsweise auch einmal Augit.

U. d. M. erkennt man in einer dichten Grundmasse, die zum größten Teil aus kleinen Feldspatleisten besteht, zahlreiche Einsprenglinge von Olivin. Sie sind meist gut ausgebildet, mitunter aber auch korrodiert. Fast durchweg sind sie umgewandelt und man kann sehr gut die grünlichen Produkte der Serpentinisierung und die rotbraunen Eisenoxydausscheidungen beobachten. Gegen den Olivin tritt der Augit stark zurück. Er zeigt sich nur in einigen wenigen grünen und nicht pleochroitischen Kristallen. Ausnahmsweise sieht man auch Feldspateinsprenglinge, die aber stark magmatisch korrodiert und zersetzt sind. Sie sind optisch positiv und gehören etwa zum Labrador-Andesin. Die Grundmasse zeigt sich u. d. M. als hauptsächlich aus Plagioklas und Titaneisen bestehend. Die Plagioklasleisten werden mitunter ziemlich lang. Daneben sieht man aber auch Nephelin, der aller-

dings gegen den Feldspat stark zurücktritt. Aber das Auftreten von — wenn auch sehr wenigen — Kochsalzwürfeln beim Aetzen des Schliffes mit HCl weist auf das Vorhandensein von Nephelin hin. Die chemische Analyse ergab folgende Zusammensetzung:

SiO_2	=	43,56
TiO_2	=	1,82
Al_2O_3	=	11,72
Fe_2O_3	=	16,49
FeO	=	3,22
MnO	=	Spuren
CaO	=	9,71
MgO	=	8,45
Na_2O	=	3,30
K_2O	=	1,52
H_2O	=	1.29
Summe . . .		101,08
Spez. Gew. .		2,840

Auf der Karte ist das Gestein, das den Schafstein bildet, als Feldspatbasalt bezeichnet, und Bücking hält es für das gleiche, welches am Pferdskopf auftritt. Das untersuchte Handstück muß aber wegen des Auftretens von Nephelin zu den feldspatreichen Basaniten gestellt werden. Die Frage, ob es sich hier nur um einen lokalen Durchbruch von Basanit durch Feldspatbasalt handelt, oder ob der geringe Nephelingehalt der Untersuchung Bückings entgangen ist, also das Gestein des Schafsteins überhaupt zum Basanit gestellt werden kann, bleibt zunächst noch offen, da mir außer dem einen Handstück kein weiteres Material vom Schafstein zur Verfügung stand. Wenn man zum Vergleiche die Analyse danebenstellt, die E. Schmid 1853 von einem als Feldspatbasalt bezeichneten Gestein am Pferdskopf machte, so ergibt sich eine sehr auffällige Uebereinstimmung:

	Schmid:		Holler:
SiO_2	=	43,11	43,56
TiO_2	=	—	1,82
Al_2O_3	=	13,41	11,72
Fe_2O_3	=	16,51	16,49
FeO	=	—	3,22
CaO	=	14,33	9,71
MgO	=	9,05	8,45

	Schmid:	Holler:
Na_2O	= 2,31	3,30
K_2O	= 1,38	1,52
H_2O	= 1,67	1,29
Summe	101,77	101,08
Spez. Gew.	2,861	2,840

Es ist durchaus möglich, daß hier ebenfalls Zusammenhänge existieren, wie sie Bücking von der jüngeren Feldspatbasaltdecke vermutet, die sich vom Pferdskopf bis zum Schafstein erstrecken soll. Leider war es mir nicht möglich, das entsprechende Gestein vom Pferdskopf mikroskopisch zu untersuchen. Es kann ja gut sein, daß der Nephelin wegen seines verborgenen Auftretens auch dort übersehen worden ist. Wenn man den Basanit vom Schafstein genauer bezeichnen will, so dürfte es sich empfehlen, die von E. Lehmann (Lit. 19) gewählte Bezeichnung „Essexitbasalt" für ihn anzuwenden. Die von Lehmann als Essexitbasalt bezeichneten Gesteine zeichnen sich durch überwiegenden Feldspatgehalt und reichliche Olivinführung, andererseits durch das Zurücktreten von Augit und Nephelin aus. Demgegenüber zeigen die von Lehmann als „Atlantit" bezeichneten Basalte ein starkes Ueberwiegen von Augit gegenüber dem Feldspat und Olivin.

3. Basanit vom Gipfel der Wasserkuppe.

Auf dem Gipfel der Wasserkuppe soll nach Bücking (Lit. 3) Nephelinbasalt anstehen. Die Wasserkuppe ist aber mit einer dichten Grasnarbe bewachsen, die nur hier und da Blöcke aufweist. Der Weg von Wüstensachsen tritt, nachdem er hinter dem Schafstein durch eine kleine Senke führt, nach dem Austritt aus dem anschließenden Nadelwäldchen eine lange Strecke über die kahle Grasnarbe der Kuppe zu. Gleich östlich vor der Kuppe stehen jetzt die Fliegerhallen, und durch die Anlage einer neuen Autofahrstraße ist die Grasnarbe hier sehr tief, teilweise bis auf den Grund des anstehenden Basaltes aufgerissen worden. Von einem der dort losgebrochenen frischen Blöcke wurde eine Probe geschlagen. Das Gestein ist fast schwarz und zeigt eine schmale grünlich-graue Zone der Verwitterung. In der dichten, mitunter etwas blasigen Grundmasse sieht man schon mit bloßen Auge große Einsprenglinge von Olivin, die bis zu 5 mm Größe beobachtet wurden. Die zahlreichen gelben Punkte erweisen sich u. d. L. als gelblich verwitterte Olivineinsprenglinge. U. d. M. sieht man in der

dichten, ziemlich dunklen Grundmasse zahlreiche Einsprenglinge von Olivin. Sie sind meist randlich oder auf Rissen gelbgefärbt durch Eisenoxydausscheidungen. Die Kristalle sind gut ausgebildet, teils aber auch korrodiert. Der optische Charakter ist positiv; es handelt sich also um eine magnesiareichere Mischung. Vereinzelt finden sich Titanaugite in großen, stark korrodierten Kristallen. Sie sind violett gesäumt und zeigen bei gekreuzten Nikols deutliche Zonarstruktur. Auch Titaneisen findet sich in größeren Einsprenglingen. Aber beide treten gegen Olivin zurück.

Die Grundmasse, die gegenüber den Einsprenglingen vorherrscht, besteht hauptsächlich aus Nephelin, Augit und Erz. Der Nephelin tritt als doppelbrechende Füllmasse auf, die mit HCl eine Auskristallisation von NaCl-Würfeln gibt. Fast noch reichlicher sind in der Grundmasse Titanaugit und Titaneisenerz vorhanden. Dazwischen findet man hier und da größere Partien von Glas. Stark zurücktretend, aber deutlich wahrnehmbar und durchaus nicht vereinzelt zeigen sich schließlich kleine, durch Zwillingsbildung ausgezeichnete Plagioklasnädelchen. Die Analyse ergab:

SiO_2	= 42,47	CaO	= 12,67
TiO_2	= 2,81	MgO	= 8,22
Al_2O_3	= 11,48	Na_2O	= 3,76
Fe_2O_3	= 11,54	K_2O	= 0,26
FeO	= 8,08	H_2O	= 0,46
Summe. . .	101,75	Spez. Gew. . .	3,041

Daraus geht hervor, daß wir es nicht mit einem Nephelinbasalt, sondern mit einem — wenn auch fast feldspatfreien — Basanit zu tun haben. Er stellt einen Grenztyp gegen den Nephelinbasalt dar und würde nach Lehmann zu den Atlantiten zu stellen sein. Die Tatsache, daß Bücking den Basalt am Gipfel der Wasserkuppe als Nephelinbasalt anspricht, ist wohl damit zu erklären, daß Aufschlüsse dort nicht vorhanden waren und infolgedessen nur Proben von den auf der Grasnarbe verstreut umherliegenden Basaltblöcken untersucht werden konnten. Da das oben untersuchte Gestein aber aus dem Untergrund stammt, so dürfte damit erwiesen sein, daß sich an der Wasserkuppe über die Decke von Nephelinbasalt nochmals ein Basanit gelagert hat. Wie groß der Umfang der Basanitdecke oder des Basanitdurchbruchs ist, konnte nicht festgestellt werden.

4. Basanit vom Westabhang der Wasserkuppe.

Von der Wasserkuppe führt im W ein Fußpfad zwischen Eube und Pferdskopf zum Guckeihofe hinunter. Ungefähr 250 bis 300 m unterhalb wurde von einem Block eine Probe des hier anstehenden und etwas weiter nördlich auch aufgeschlossenen Basanits geschlagen. Das Gestein ist von zahlreichen kleinen Blasenräumen durchsetzt, in welchen sich sekundär Kristalle von Kalkspat und Zeolithnädelchen gebildet haben. Die Farbe des Basanits ist der des vorher genannten ganz ähnlich. Auch hier treten mikroskopisch deutlich erkennbare Einsprenglinge bis zur Größe von einigen Millimetern auf, die sich durch ihre grüne Farbe und gelblich-braune Verwitterung als Olivin zu erkennen geben. Sie sind hier noch häufiger als in dem Gestein vom Gipfel und stärker gelb gefärbt. U. d. L. sieht man weitere zahlreiche kleinere, gelblich grüne Olivin-Einsprenglinge in der sehr blasenreichen Grundmasse.

U. d. M. zeigen sich in der auch hier überwiegenden dichten Grundmasse zahllose Einsprenglinge von Olivin, die noch reichlicher auftreten, als in dem vorher beschriebenen Basanit vom Gipfel. Doch sind hier die Kristalle nur selten ausgebildet und meist stark korrodiert. Sie sind durchweg randlich gelb gefärbt und teilweise schon vollständig unter Abscheidung von braunem Eisenoxyd umgewandelt. Neben ihnen findet man ganz vereinzelt Ueberreste von stark korrodiertem Titanaugit. Sonst zeigen sich keine Einsprenglinge. Die Grundmasse zeigt bei starker Vergrößerung das gleiche Bild, wie beim Basanit vom Gipfel: sehr reichlich Augit, Titaneisen und Nephelin. Daneben tritt wieder Glas auf und stark zurücktretend Leistchen von Plagioklas. Letztere sind seltener als im Basanit von der Kuppe. Die Analyse ergibt:

SiO_2	= 37,73	CaO	= 13,52
TiO_2	= 1,86	MgO	= 11,79
Al_2O_3	= 13,91	Na_2O	= 3,38
Fe_2O_3	= 12,65	K_2O	= 0,68
FeO	= 3,82	H_2O	= 0,85
MnO	= Spuren		
Summe	100,19	Spez. Gew.	2,985

Das Gestein ist mit seinem niedrigen Kieselsäuregehalt und dem fast verschwindenden Feldspat ein äußerster Grenztyp von Basanit gegen Nephelinbasalt. Nach Lehmann wäre es als Atlantit zu bezeichnen. Jedenfalls ist es noch basischer als das Gestein vom Gipfel, was ja auch das mikroskopische

Bild mit seinem stärkeren Hervortreten der Olivine und Zurücktreten des Plagioklas ergibt. Aber die enge Verwandtschaft beider Gesteine ergibt sich dennoch nicht nur aus dem mikroskopischen Bild, sondern auch aus dem Vergleich der Analysen. Man hat bei der Betrachtung des mikroskopischen Bildes bei dem Basanit vom Westabhang fast den Eindruck, als wäre es unter Aufzehrung der Feldspäte und Auflösung des Olivins zu einer Neubildung von Nephelin und Augit gekommen.

Es entsteht die Frage, ob nicht der Basanit vom Gipfel und der etwas tiefer am W-Abhang auftretende Basanit zusammengehören. Möglicherweise liegt die Decke von Nephelinbasalt, die im O von der Kuppe auftritt, zwischen den beiden Basaniten. Aber andererseits besteht auch die Möglichkeit, daß wir es hier mit einer regelrechten Ueberlagerung des Nephelinbasalts durch den Basanit zu tun haben. Dann müßte das Profil der Wasserkuppe aber einer Korrektur unterzogen werden. Bücking hat für die Nephelinbasalt- und Basanitdecken keinen Eruptionskanal in sein Profil gezeichnet. Es dürfte doch aber wahrscheinlich sein, daß ein solcher unter der Wasserkuppe gelegen hat.

5. Basanit vom Totmannsberge.

Auf dem Gipfel des Totmannsberges liegen verschiedene, teilweise durch Tuffe voneinander getrennte Decken von Basalten. Steigt man, von Oberriedenberg kommend, am Farnsberg vorbei, zum Totmannsberg hinauf, so gelangt man nach der Einsattelung östlich des Farnsberges in ein Gebiet, welches nach der geologischen Karte aus einer einem Tuff aufgelagerten Basanitdecke besteht. Geht man von der Stelle, wo der von Oberriedenberg kommende Weg in der Einsattelung zwischen Farnsberg und Totmannsberg nach NO abschwenkt, genau nach O, so erreicht man auf dem Hauptkamm den nordsüdlich verlaufenden Touristenweg. Hier, gerade in der Mitte zwischen Erlenberg und Totmannsberg wurde die zur Untersuchung verwendete Probe geschlagen. Das Gestein hat eine graue Farbe, etwas lichter als das unter 6) beschriebene. Es ist von zahlreichen blasigen Hohlräumen durchsetzt und verwittert weißlich. In den blasigen Hohlräumen haben sich kleine Zeolithnädelchen gebildet. Die Grundmasse ist sehr dicht und führt als makroskopisch sichtbare Einsprenglinge nur Olivine. Der Olivin ist grün bis braun, ziemlich stark zersetzt und nicht groß, meist 1 bis 2 mm.

U. d. M. sieht man auch wieder sehr viele Olivin-Einsprenglinge, alle anderen bei weitem überwiegend. Sie sind teils gut ausgebildet, teils korrodiert und oft durch Umwandlung zerstört. Fast alle zeigen randliche Braunfärbung durch Eisenoxydabscheidung. Gegen den Olivin treten die Einsprenglinge von Augit sehr zurück. Sie sind alle stark korrodiert. Durch ihre violetten Säume und die zonare Auslöschung geben sie sich als Titanaugite zu erkennen. Vereinzelt findet man auch Reste von größeren Plagioklaseinsprenglingen und einige Einschlüsse von optisch isotropem Glas. In der Grundmasse zeigt sich sehr viel Augit, der mitunter ziemlich groß ist und hellviolette Titanfärbung zeigt. Daneben treten reichlich Plagioklase auf, die in ziemlich großen Leisten mit gut sichtbarer Zwillingslamellierung kristallisieren. Auch Titaneisen und Magneteisen sind reichlich vorhanden. Dagegen tritt der Nephelin stark zurück. Etwas reichlicher findet man noch glasige Erstarrungsprodukte in der Grundmasse.

Die Analyse ergibt:

SiO_2	= 38,54	CaO	= 10,96
TiO_2	= 1,16	MgO	= 11,04
Al_2O_3	= 13,41	Na_2O	= 2,75
Fe_2O_3	= 16,13	K_2O	= 1,37
FeO	= 4,81	H_2O	= 0,62
Summe	100,79	Spez. Gew.	2,991

Der chemisch-mineralogische Befund ergibt, daß dieser Basalt zu den typischen Basaniten gehört. Das reichliche Auftreten von Olivin entspricht dem für Basanit etwas niedrigen Kieselsäurewert.

6. Feldspatbasalt vom Totmannsberg.

Nördlich vom Erlenberge liegt der Totmannsberg. Nach der Karte liegt auf dem Gipfel Nephelinbasalt, etwas tiefer Basanit und zu unterst Feldspatbasalt über Tuffen. Der auf dem Kamm in nördlicher Richtung verlaufende Weg führt zu einem Wäldchen. Hier liegt weiter westlich unterhalb der Feldspatbasalt. An der Waldecke des zusammenhängenden Nadelwaldes — noch weiter unterhalb liegt ein Laubwäldchen — wurde die Probe von einem Block geschlagen. Das Gestein ist dicht und schwarzgrau. In den sehr zahlreichen und kleinen Blasenräumen wurden Zeolithe und Kalkspat beobachtet. In der dichten, splitterig brechenden Grundmasse sieht man verein-

zelt Einsprenglinge von Augit und Olivin, meist kleiner als 1 bis 2 mm.

U. d. M. sieht man, daß die dichte Grundmasse gegenüber den Einsprenglingen bedeutend überwiegt. Unter den letzteren ist der Olivin der häufigste. Er ist durchweg mehr oder weniger stark korrodiert und durch Eisenoxydabscheidung fast vollständig gelbbraun verwittert. Augite sind meist größer, aber nicht so zahlreich. Von ihnen sind oft nur Reste vorhanden, zumeist sind sie durch vollkommene Umwandlung innerlich zersetzt und zerstört. Wo sie noch erhalten geblieben sind, zeigen sie eine hellgrüne Farbe. Die Umwandlungsprodukte zeigen meist bräunliche Farbtöne. Neben Olivin und Augit findet man vereinzelt auch kleinere Leisten von Plagioklas, durch deutliche Zwillingsbildung ausgezeichnet.

Am Aufbau der Grundmasse beteiligt sich vor allen Dingen der Plagioklas, der von feinsten Nadeln bis zu großen breiten Leisten vom Charakter der Einsprenglinge vorkommt, und zumeist Zwillingslamellen zeigt. Daneben findet sich der Augit in hellgrünen, nicht pleochroitischen Kristallen, die meist kurzprismatisch ausgebildet sind. Doch tritt er gegen den Feldspat zurück. Ebenso der Olivin, der in kleinen, gelbgefärbten Kristallen mit den charakteristischen hohen Interferenzfarben vorkommt. Außerordentlich stark ist Titaneisenerz und Magneteisen am Aufbau der Grundmasse beteiligt. Es findet sich in zahllosen kleinen, meist unregelmäßig, mitunter aber auch quadratisch umgrenzten schwarzen Körnern und trägt hauptsächlich zu der starken Dunkelfärbung der Grundmasse bei. Die Analyse ergab:

SiO_2	= 45,51	CaO	= 5,19
TiO_2	= 1,18	MgO	= 9,41
Al_2O_3	= 12,64	Na_2O	= 3,94
Fe_2O_3	= 17,06	K_2O	= 1,96
FeO	= 1,15	H_2O	= 1,96
Summe	100,00	Spez. Gew.	2,866

Das Gestein ist nach seiner chemischen und mineralogischen Zusammensetzung als Feldspatbasalt zu bezeichnen.

7. Basanit vom Nordabhang des Totmannsberges.

Wenn man den Touristenweg durch den Wald weiter nach Osten verfolgt, so macht er gleich hinter dem Walde eine scharfe Krümmung nach Nordosten. Etwa 100 m weiter

sieht man 50 m oberhalb einen Aufschluß, aus dem die untersuchte Probe stammt. Das Gestein ist dicht, schwarz und körnig ausgebildet. Schon mit bloßem Auge kann man zahlreiche Einsprenglinge von grünem Olivin und schwarzem Augit beobachten. Die ersteren sind mitunter von beträchtlicher Größe und wurden bis zu 1 cm Länge und ½ cm Durchmesser beobachtet. Die schwarzen Augite sind erheblich kleiner, aber auch sehr zahlreich. Man kann ferner zahllose Kalkspatkristalle beobachten, die sich in den zahlreichen kleinen Hohlräumen des Gesteins angesiedelt haben. Sie erreichen mitunter beträchtliche Größe (bis zu 5 mm) und füllen die Hohlräume meist so vollständig aus, daß man sie für Einsprenglinge halten könnte.

U. d. M. zeigt sich ein starkes Zurücktreten der Grundmasse gegenüber den zahllosen Einsprenglingen. Darauf beruht das körnige Aussehen des Gesteins. Ueberwiegend bestehen die Einsprenglinge aus Titanaugiten, die violetten Saum und zonare Struktur zeigen und fast alle stark korrodiert sind. Sie weisen meist hellgrüne Farbtöne auf. Olivin tritt an Häufigkeit hinter Augit zurück, zeigt sich aber auch noch in sehr beträchtlicher Menge. Er ist meist wasserklar und unzersetzt; mitunter ist er serpentinisiert oder durch Eisenoxydabscheidung bräunlich gefärbt. Auch Titaneisen und Magneteisen zeigt sich unter den Einsprenglingen recht häufig. Nicht sehr zahlreich finden sich Einsprenglinge einer barkevikitischen Hornblende mit kräftigem Pleochroismus.

Die Grundmasse besteht vor allen Dingen aus violett gefärbtem Titanaugit und Nephelin. Letzterer tritt als Zwischenklemmungsmasse auf. Daneben zeigt sich Plagioklas in Leisten mit deutlicher Zwillingsbildung. Mitunter sieht man einzelne lange Nadeln von Apatit. Titaneisen und Magneteisen sind reichlich vorhanden, während Rhönit und Glaseinschlüsse selten sind. Die Analyse ergibt:

SiO_2	= 40,57	CaO	= 15,37
TiO_2	= 2,06	MgO	= 12,30
Al_2O_3	= 12,49	Na_2O	= 1,08
Fe_2O_3	= 7,69	K_2O	= 0,85
FeO	= 7,56	H_2O	= 1,23
MnO	= Spuren		

Summe 101,20
Spez. Gew. 2,991

Das Gestein ist ein Basanit mit zurücktretendem Feldspat. Oberhalb des Aufschlusses soll nach der Karte Nephelinbasalt auftreten. Dann hätte er also hier den Basanit überlagert. Leider konnte von diesem Nephelinbasalt keine Probe untersucht werden.

c) Altersfolge.

Zur Untersuchung der Altersfolge der in der Rhön vorkommenden Eruptiva wurden, wie schon oben erwähnt, nur solche Gebiete herangezogen, in welchen die vorkommenden Gesteine gut analysiert und mikroskopisch untersucht waren. Zum großen Teil konnte ich mich dabei auf die von Bücking (Lit. 1 bis 3) veröffentlichten Ergebnisse stützen. Bücking hatte aus der Zusammenstellung aller Beobachtungen, die bis 1910 gemacht worden waren, den Schluß gezogen, daß man zwar über eine bestimmte Reihenfolge der Eruptionen nichts genaues aussagen könnte, daß aber im allgemeinen die Verhältnisse in der Rhön so lägen, als ob auf die Ergüsse saurer Magmen solche von basischen gefolgt seien. Die Tatsache, daß die Verhältnisse im Breitfirstgebiet anders lagen, war damit freilich noch nicht erklärt, und die Ausnahme mancher Verfasser, daß möglicherweise an manchen Stellen ältere Eruptiva als erodierte Felsen aufragend, von späteren Magmen umflossen worden seien und daher als jüngere Durchbrüche erschienen, hat wenig Wahrscheinlichkeit. Denn so lange Zeitperioden, als zur starken Erosion der sehr widerstandsfähigen Basalte notwendig wären, dürften wohl kaum zwischen den einzelnen Eruptionen gelegen haben. Andererseits ist es aber natürlich ganz gut denkbar, daß bei der welligen Beschaffenheit und geneigten Lage der Oberfläche eine jüngere Eruption in einem tieferen Niveau ausgeflossen ist, als eine ältere und daß dadurch bei der Beurteilung falsche Bilder entstehen. In einzelnen Fällen wird man diese Annahme daher zur Erklärung heranziehen können, nicht aber im Breitfirstgebiet, wo ganz unzweifelhaft die sauren Dolerite als jüngste Glieder große Flächen auf den Plateaus einnehmen.

Ueber das relative Alter der Eruptiva schreibt Bücking (Lit. 1, 123) abschließend: „Nach alledem hat man in den Phonolithen ebenso wie in den Feldspatbasalten und Hornblendebasalten die ältesten Eruptivgesteine der Rhön zu erblicken. Bald erscheinen die Phonolithe älter, bald gleichalterig, bald jünger als Feldspatbasalt und Hornblendebasalt; aber an allen Stellen, wo die Beziehungen zu den Basalten und ihre Lagerung festgestellt werden konnten, sind sie älter als die

deckenförmig ausgebreiteten Basanite und Nephelinbasalte. Vielleicht bildet die einzige Ausnahme hiervon der andesitisch-trachytische Phonolith der Dalherdakuppe; denn dieser hat, soweit die bisherigen Untersuchungen reichen, nicht bloß den Feldspatbasalt, sondern anscheinend auch den Basanit der Basaltdecke durchbrochen, welche das Plateau des Berges zusammensetzt."

Phonolith ist von Basalt leicht und scharf unterscheidbar. Daher können hier tatsächlich auch ohne Bedenken diejenigen Untersuchungen benutzt werden, bei welchen keine Analysen gemacht worden sind. An drei Stellen sind Analysen von Phonolithen und von den mit ihnen vorkommenden Basalten vorhanden. Am Linzberg bei Hofaschenbach bildet ein Phonolith die Kuppe des Berges. Er ist am SW-Abhang durch einen Steinbruch aufgeschlossen und gehört nach Bücking (Lit. 1) zu den trachytischen Phonolithen, die auch am Pferdskopf und an der Wasserkuppe auftreten. Am O-Abhang des Linzberges wird dieser Phonolith von einem Basalt durchbrochen. Dieser ist von einer Schlotbreccie umgeben und nach seiner chemischen und mineralogischen Beschaffenheit ein Basanit. Von beiden Gesteinen hat Bücking (Lit. 2) Analysen veröffentlicht.

Die zweite Stelle von der Analysen existieren, ist der Pferdskopf. Auch der dort auftretende Phonolith, und zwar der jüngere sowohl als der ältere, ist trachytisch. Er lagert, wie die genauen Untersuchungen von Bücking (Lit. 3) am Pferdskopf ergaben, über einem Feldspatbasalt. Von diesem Feldspatbasalt existiert leider keine Analyse, wohl aber von einem benachbarten, der nach Bücking älter als der jüngere Phonolith ist und Einschüsse von älterem Phonolith, Nephelinbasalt und Basanit enthält. Diese Einschlüsse müssen von älteren Ergüssen stammen, von denen man aber am Pferdskopf keine Deckenreste mehr nachweisen kann. Der von Bücking als „jüngerer Phonolith" bezeichnete Erguß liegt jedenfalls über dem Feldspatbasalt und ist jünger als dieser.

Aehnlich liegen die Verhältnisse am W- und O-Abhang der Wasserkuppe, wo Bücking Phonolith als Hangendes des Feldspatbasaltes nachgewiesen hat. Daß der Phonolith vom O-Abhang der Wasserkuppe der gleiche ist wie der vom Pferdskopf, wie schon Bücking behauptete, zeigt die Vergleichung der Analysen:

Rammelsberg:		Holler:
SiO_2	= 57,54	55,30
TiO_2	= 0,13	0,29
Al_2O_3	= 18,06	18,90
Fe_2O_3	= 4,70	5,77
FeO	= —	2,78
MnO	= 0,06	Spuren
CaO	= 4,75	3,52
MgO	= 1,20	2,61
Na_2O	= 5,65	4,54
K_2O	= 5,13	6,56
H_2O	= 3,19	0,51
Summe:	100,41	100,78

Am O-Abhang liegt der Phonolith genau wie am Pferdskopf über dem Feldspatbasalt und ist jünger als dieser. Andererseits überlagern ihn die großen Decken von Basanit und Nephelinbasalt, welche das Hauptmassiv der Wasserkuppe ausmachen und zweifellos jünger sind. Ueber das Verhältnis von Phonolith zu den Basalten am Pferdskopf schreibt Bücking (Lit. 1, 122): „Aus den Verhältnissen am Pferdskopf geht hervor, daß man zwei verschiedenaltrige Phonolithe unterscheiden kann. Der jüngere ist der deckenförmig auftretende, der ältere findet sich als Einschluß in dem liegenden Tuff; beide sind gleich zusammengesetzt und gleichstruiert; sie gehören beide zu den nephelinarmen und feldspatreichen, sogenannten trachytischen Phonolithen. Vielleicht ist ihr Altersunterschied nur sehr gering; denn zwischen der Bildung des älteren und jüngeren Phonoliths liegt wesentlich nur die Zeit, in der die Eruption des Hornblendebasaltes und des Feldspatbasaltes (q) erfolgte. Jedenfalls ist der Pferdskopf älter als der Basanit und der Nephelinbasalt der Wasserkuppe."

Aehnliche Lagerungsverhältnisse findet man in der Rhön allenthalben, so am Ziegenkopf bei Kleinsassen, wo der Phonolith eine Tuffbreccie durchsetzt, die genau der am Pferdskopf gleicht. Ferner am Stellberg bei Kleinsassen, im Rupsrotherwald östlich vom Bubenbadstein, am Kesselkopf und Tannenfels bei Unterrupsroth, am Kalvarienberg bei Poppenhausen, am Findloserberg bei Hilders und an der Kleinen Nalle bei Gersfeld.

Der Phonolith gehört demnach unzweifelhaft zu den ältesten Eruptivgesteinen der Rhön und ist etwa gleichalterig mit den Feldspatbasalten. Da fragt es sich nun, welches relative Alter den Feldspatbasalten in der Folge der übrigen Eruptionen

zukommt. Die ausgedehnten Vorkommen von Feldspatbasalten finden sich im Breitfirstgebiet und in der Hohen Rhön. Aber die Lagerungsverhältnisse scheinen in beiden Fällen gerade umgekehrt zu sein. Die jüngsten Eruptiva im Breitfirstgebiet sind die Dolerite. Von ihnen sind die Vorkommen am Frauenberg, am Sparhofer-Küppel und bei Schwarzenfels analysiert (s. Bücking Lit. 2). Durch seine grobkörnige Struktur ist der Dolerit sehr leicht von den Feldspatbasalten und den übrigen zu unterscheiden. Wedel (Lit. 4) und E. v. Seyfried (Lit. 15 bis 16) haben dieses Gebiet eingehend untersucht. Der ganze westliche Teil des Breitfirstgebietes wird von einer Decke von dichtem Feldspatbasalt bedeckt, die eine Mächtigkeit von 40 bis 60 m aufweist und von der Grenze gegen den Schwarzbergdolerit nach W bis Gundhelm (Bl. Schlüchtern) und nach S bis Schlinglofs und zum Senseberg bei Sterbfritz reicht. Im N gehören dazu die Basalte des Rödeneller bis zum Gemeineberg bei Eichenried und zum Fuldaer-Wäldchen. Die gesamte Ausdehnung der Decke von NO nach SW beträgt 8 km, in nordwestlicher Richtung 4 km. Der östliche Teil des Breitfirstgebietes vom Großen Nickus nach N bis zum Schwarzenberg und Frauenberg bildet eine ausgedehnte Decke von Dolerit. Nach Wedel liegen die Dolerite, durch rote und graue Tuffschichten getrennt über den dichten Feldspatbasalten. Das zeigt sich besonders am Frauenberg, am Sparhofer-Küppel und am Kiliansberg. Deutlich zeigt sich auch eine solche Ueberlagerung von Feldspatbasalt durch Dolerit am Hopfenberg bei Schwarzenfels, wo ein von Tuff und Schlotbreccien umgebener Dolerit den Gipfel bildet, während am Abhang ein dichter Feldspatbasalt auftritt. Von beiden existieren Analysen (Lit. 2). Am Stoppelsberge bei Schwarzenfels liegt ein ganz bekannter Fall von Ueberlagerung eines Nephelinbasaltes durch einen Dolerit vor. Der niedrigere Teil, der sogenannte „vordere Stoppelsberg“ besteht aus Nephelinbasalt, dem eine Tuffschicht aufliegt. Diese enthält wohl Reste des darunter liegenden Nephelinbasaltes, aber keine von dem Dolerit, der den höher liegenden Teil der eigentlichen Kuppe ausmacht. Daraus schloß Wedel, daß der Dolerit der jüngere sei. Aber dieser Grund allein würde, wie auch Bücking bemerkt, nicht maßgeblich sein. Wesentlich ist das Auftreten des Dolerits an der höheren Kuppe, das durchaus den Eindruck eines Durchbruchs durch den Nephelinbasalt macht.

Die Tatsache, daß allenthalben am Rande der Dolerit- und Feldspatbasaltdecken in tieferen Niveaus Basanite und Nephelinbasalte auftreten (Kleiner Nickus, Rosengärtchen, Steiger nordwestlich Heubach), die teils als Stiele, teils als Deckenreste gedeutet werden können, weist auch darauf hin, daß hier ehemalige Ergüsse von basischeren Magmen durch spätere Eruptionen von sauren Feldspatbasaltmagmen überlagert wurden.

Die Dolerite, welche aus dem Gebiete der Hohen Rhön bekannt und analysiert sind, zeigen einen geringeren Kieselsäuregehalt als die Dolerite des Breitfirstgebietes. Erstere führen 50 bis 48 % Kieselsäure, letztere 53 bis 50 %. Infolgedessen stehen erstere den dichten Basalten etwas näher. Aber im großen Ganzen zeigen die feldspatbasaltischen Ergüsse im Breitfirstgebiet wie in der Hohen Rhön in chemischer und mineralogischer Hinsicht so große Aehnlichkeit, daß man wohl annehmen kann, es handele sich um das gleiche Magma. Chemisch und mineralogisch untersucht sind die Dolerite von der kalten Buche, dem Strutberg, von Reupers bei Roth, vom Gangolfsberg und die Feldspatbasalte vom Ilmenberg, Steinernen Haus, Predigtstuhl. Aus den Untersuchungen H. Proescholdts (Lit. 5) und W. Wagners (Lit. 8), die durch Bücking (Lit. 10 bis 13) erweitert wurden, geht hervor, daß die Feldspatbasalte bald das Hangende, bald das Liegende des Dolerits bilden, so am Steinschlag nördlich von Bischofsheim, im Elsbachgraben, am O-Abhange des Ilmenberges und am Reipertsgraben. Sie sind also hier nicht durchweg älter als die Dolerite wie im Breitfirstgebiet. Das mag damit zusammenhängen, daß die Dolerite der Hohen Rhön den Feldspatbasalten sehr viel näher stehen und so ein Wechsellagern der beiden sich rasch folgenden Magmen stattfand.

Aber in diesem Gebiete sind die Dolerite und Feldspatbasalte nicht die jüngsten Glieder der Eruptionsfolge, sondern sie treten allenthalben am Rande unter den aufgelagerten Basaniten und Nephelinbasalten auf. Basanite aus diesem Gebiet sind leider noch nicht analysiert worden, wohl aber Nephelinbasalt von der Schafruhe und der Sumpfkuppe bei Roth. Der von Lenk analysierte Basalt aus dem Höhlwald bei Frankenheim ist nach Bücking nur eine schlierenartige Nephelinitausscheidung aus dem dichten Nephelinbasalt. Ebenso weicht die Analyse Singers von dem Nephelinbasalt des Bauersberges mit ihrem auffallend hohen Alkaligehalt so sehr von den übrigen ab, daß sie sich nach Bücking „vielleicht garnicht auf den normalen Nephe-

linbasalt, wie er oberhalb des Oberen Tagebaues des Braunkohlen-Bergwerkes ansteht und das Hangende des braunkohlenführenden Tertiärs bildet", bezieht.

Die Nephelinbasalte und Basanite treten hier zweifellos als die jüngsten Glieder auf, so z. B. am Bauersberg, an der Kalten Buche, am Steinernen Haus, im Elsbachgraben. Stellenweise kommen wohl auch Lagerungsverhältnisse vor, wo Feldspatbasalt oder Dolerit in etwas höherem Niveau gefunden werden als Nephelinbasalt, aber solche Lagerungen können, wie auch Bücking bemerkt, dadurch erklärt werden, daß man annimmt, die jüngeren basischen Eruptionen seien nicht aus den Eruptionsschloten der früheren Feldspatbasaltmagmen geflossen, sondern aus neuen, eigenen Schloten, wobei sie dann teils die Feldspatbasalte überdeckten, teils — an Stellen wo der Feldspatbasalt höher lag — diesen frei ließen und umflossen.

Jedenfalls sind im allgemeinen die Dolerite und Feldspatbasalte in diesem Gebiete die ältesten Eruptionen und die Basanite und Nephelinbasalte die jüngsten. Die gleichen Lagerungsverhältnisse findet man an den Schwarzen Bergen und am Kreuzberg weiter im SW. Diese beiden Gebiete sind von J. Söllner (Lit. 7) und E. v. Seyfried (Lit. 6) untersucht worden. In der Gegend der Schwarzen Berge treten uns verschiedene Deckenergüsse von Basalt entgegen. Am Totmannsberge wird nach der Karte ein Feldspatbasalt von Nephelinbasalt und Basanit überlagert. Der Feldspatbasalt findet sich hier als Deckenrest, der unter den basischeren Magmenergüssen an dieser Stelle hervortritt und direkt auf Tuffen lagert. Er wurde vom Verfasser analysiert und untersucht. Die großen Deckenergüsse und die meisten anderen Basaltvorkommen in diesem Gebiete sind Basanite (untersucht und analysiert vom Totmannsberg, S- und N-Abhang, Lösershag, Platzerkuppe).

Aehnlich wie an den Schwarzen Bergen ist auch der Feldspatbasalt am Kreuzberg älter als die Nephelinbasalte und Basanite, die den Gipfel bilden. Hier tritt außerdem auch noch Tephrit auf, über dessen Altersverhältnis zu dem Feldspatbasalt sich nichts Genaues aussagen läßt, da der Tephrit im N, NO und O, der Feldspatbasalt jedoch im W unter den Nephelinbasalt-Basanitdecken, hervortritt, und die Berührungsstelle der beiden von den letzteren verdeckt wird. Doch kommt Seyfried in seinen Untersuchungen zu dem Resultat, daß wohl der Tephrit der älteste Erguß sei, dem dann der Feldspat-

basalterguß folgte. Dieser Feldspatbasalt scheint aber den Basaniten näher zu stehen als den echten Feldspatbasalten, welche sonst in der Rhön älter als der Tephrit zu sein pflegen.

Das zeigt sich an verschiedenen anderen Stellen. Am Kirschberg bei Rasdorf findet sich am Gipfel ein Tephrit, der von Dürrfeld (Bücking Lit. 2) analysiert worden ist. Am Nordabhang des Berges ist er in einem Steinbruch aufgeschlossen, wo er säulenförmig abgesondert auftritt. Am SO-Abhang des gleichen Berges findet man im tieferen Niveau einen Hornblendereichen Feldspatbasalt in losen Blöcken umherliegend, von dem Bücking eine von Sommerlad 1883 gemachte Analyse anführt. Der Tephrit ist hier als der jüngere anzusprechen. Ebenso liegen die Verhältnisse am Suchenberg bei Spahl, von wo allerdings nur der Tephrit analysiert ist. Dieser führt Melilith und bildet den Gipfel des Berges. Die tieferen Teile des Berges bestehen im Westen aus Feldspatbasalt, im Süden aus einem von ungeschichtetem Basalttuff umgebenen Hornblendebasalt. Also auch hier ist der Tephrit der jüngere.

Ueber das Verhältnis von Tephrit zu Phonolith kann nur wenig ausgesagt werden, da die beiden nur selten so zusammen vorkommen, daß man daraus Schlüsse auf ihre Altersverhältnisse ziehen könnte. Am einfachsten liegen hier noch die Verhältnisse am Tannenfels bei Wickers, wo ein von Tuffbreccien umgebener Tephrit auf dem Gipfel lagert. Er ist von Dürrfeld (Bücking Lit. 2) analysiert worden und gehört zu den basaltoiden Tephriten. Am S-Abhange des Berges tritt ein alter Stil von Phonolith auf, der in der Mitte einen Feldspatbasaltdurchbruch zeigt. Der Tephrit wäre hier also jünger als der Phonolith und Feldspatbasalt. Aehnliche Verhältnisse zeigen sich am Kothenberg, wo allerdings Phonolith und Tephrit derartig ineinander übergehen, daß man nicht sicher von einer Ueberlagerung des Phonoliths durch den Tephrit sprechen kann. Da aber der Feldspatbasalt gleichalterig oder jünger als der Phonolith und der Tephrit jünger als der Feldspatbasalt ist, muß man auch dem Tephrit ein jüngeres Alter als Feldspatbasalt und Phonolith zuschreiben. Auch Bücking (Lit. 1, 111) schreibt schon darüber: „Deckenreste liegen anscheinend nur in den Vorkommen vom Rückersberg und Wieselsberg (Bl. Eiterfeld), vom Kleienberg bei Rasdorf (Bl. Geisa), vom Hozzelberg zwischen Walkes und Obernüst, vom Suchenberg (Bl. Spahl) und am Kreuzberg im S vor; alle die übrigen Vorkommen erweisen sich als mehr oder weniger umfangreiche Durchbrüche. In den letzteren kommt er (der Tephrit) zuweilen

mit Phonolith, Feldspatbasalt, Basanit und Hornblendebasalt in Berührung unter Verhältnissen, die ihn jünger als Feldspatbasalt und Phonolith und etwa gleichalterig mit Basanit und Hornblendebasalt — und demnach älter als Nephelinbasalt — erscheinen lassen."

Betrachtet man nun die Lagerungsverhältnisse von Basanit und Nephelinbasalt, so sieht man allenthalben in der Rhön ein Wechseln in der Altersfolge. Am Kreuzberg liegt der Nephelinbasalt unzweifelhaft zu oberst, und da man stellenweise auf dem Basanit auflagernd Tuffe gefunden hat, so könnte man annehmen, daß die Basanitdecke von der überlagernden Nephelinbasaltdecke durch eine Tufflage getrennt sei, was auch Seyfried in seinem Profil ausdrückt. Andererseits vertritt er die Ansicht, daß der Basanit nur als eine Erstarrungsmodifikation des Nephelinbasalts anzusprechen sei, weil er auf dem Kreuzberg Uebergangstypen von feldspatreichen zu sehr feldspatarmen Basaniten mit oft fast verschwindendem Feldspat gefunden, ja sogar an ein und demselben Block Stellen mit basanitischer und nephelinbasaltischer Ausbildung beobachtet habe. Auf den Schwarzen Bergen liegen die Verhältnisse ja ganz ähnlich und J. Soellner (Lit. 7) neigt ebenfalls zu der Annahme, Basanit sei nur eine Randfazies vom Nephelinbasalt. Zumeist sind die Nephelinbasalte die jüngeren, wie auch die Untersuchungen am Totmannsberg ergeben. Aber der Melilith führende Nephelinbasalt, der nach Soellner an der W-Seite des Schwarzenbergs (es handelt sich um den südlich vom Totmannsberg gelegenen Schwarzenberg, nicht um das große nördlich gelegene Plateau, das teils Schwarzenberg teils Feuerberg genannt wird) unter dem Basanit des Kammes hervortritt und von ihm durch eine Tuffschicht getrennt ist, muß als älter angesprochen werden.

An der Wasserkuppe muß nach den Ergebnissen meiner Untersuchungen der Basanit, der den Gipfel und den obersten Teil des W-Abhanges bildet, ebenfalls als jünger als der Nephelinbasalt, der nach Bücking die ganze Hochfläche östlich vom Gipfel bedeckt, betrachtet werden. Wahrscheinlich stellt er einen Durchbruch durch die ältere Nephelinbasaltdecke dar. Der feldspatreiche Basanit vom Schafstein, welcher den Feldspatbasalt vom O-Abhang der Wasserkuppe überlagert, findet sein Analogon in einem feldspatreichen Basanit von der Eube. Der Basalt von dort soll nach der Karte ein Feldspatbasalt sein. Eine Analyse des Gesteins existiert nicht. Aber u. d. M. zeigt sich deutlich Nephelin. Gegen den

Plagioklas und Augit, die in der Hauptsache die Grundmasse bilden, tritt er aber stark zurück; als Einsprenglinge zeigen sich vor allem stark titanhaltiger Augit und Olivin, der mitunter in Iddingsit verwandelt erscheint. Daneben tritt reichlich Titaneisen und Magneteisen und accessorisch Glas und Apatitnadeln auf. Sowohl den Basanit von der Eube als auch den Basanit vom Schafstein möchte ich nach der ganzen Art ihres Vorkommens als Durchbrüche durch die ältere Feldspatbasaltdecke auffassen, die sich hier überall noch in Resten nachweisen läßt. Beide Basanite sind jedoch bedeutend feldspatreicher als der Basanit vom Gipfel der Wasserkuppe, der die Nephelinbasaltdecke durchbrach. Chemisch sind jedoch der Basanit von der Wasserkuppe und der vom Schafstein ganz ähnlich, wie ein Vergleich der beiden Analysen zeigt:

	Wasserkuppe:	Schafstein:
SiO_2 =	42,47	43,56
TiO_2 =	2,81	1,82
Al_2O_3 =	11,48	11,72
Fe_2O_3 =	11,54	16,49
FeO =	8,08	3,22
MnO =	—	Spuren
CaO =	12,76	9,71
MgO =	8,22	8,45
Na_2O =	3,76	3,30
K_2O =	0,26	1,52
H_2O =	0,46	1,29
	Spez. Gew.	Spez. Gew.
	3,041	2,840

Auf die Erklärung dieser Differenzen wird nachher in der Untersuchung über die genetischen Zusammenhänge näher eingegangen werden.

Im Gebiet der Hohen Rhön liegen die Verhältnisse ähnlich wie am Kreuzberg. Nur sind hier Analysen von Basanit noch nicht gemacht worden. Nach den Untersuchungen von Bücking, Proescholdt und Wagner liegen jedoch im Gebiete der Hohen Rhön fast allenthalben auf den höchsten Stellen des Plateaus Nephelinbasalte, während sich Basanit im allgemeinen in den tieferen und randlichen Partien findet. Mitunter findet man allerdings auch eine Lagerung in umgekehrter Reihenfolge oder ein Wechseln von beiden.

Wenn man alle diese Beobachtungen zusammenfaßt, so kommt man zu dem Ergebnis, daß Nephelinbasalt und Basanit

aufs engste miteinander verwandt und durch vielfache Uebergänge miteinander verbunden sind. Von einer bestimmten Reihenfolge der beiden kann man in der Rhön nicht sprechen. Beide sind gleichalterig und wechsellagernd, oft sogar nur verschiedene Faziesbildungen desselben Magmenergusses. Als Gesamtheit stellen sie ein wesentlich basischeres und melanokrateres Magma dar, als die Phonolithe, Tephrite und Feldspatbasalte.

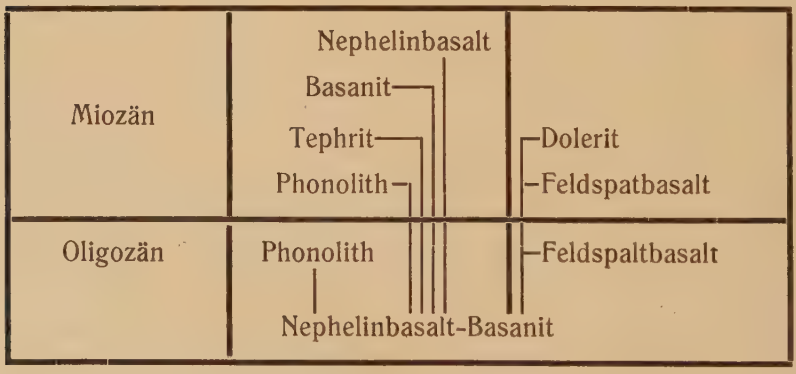
Nun muß man aber in der Rhön ganz sicher zwei Perioden des Ergusses von solchen basischen Magmen unterscheiden. Eine die älter ist als die Eruptionsperiode, in welcher Feldspatbasalt und Phonolith ausflossen, und eine welche jünger ist. Von der letzten Periode sind uns noch überall die großen Decken von Nephelinbasalt und Basanit erhalten geblieben, unter denen Feldspatbasalt, Tephrit oder Phonolith noch stellenweise hervorschauen. Aber von der ersten Eruptionsperiode kennt man nur noch wenige Vorkommen. Am Pferdskopf finden sich in dem Hornblendebasalt, der nach Bücking älter ist als der jüngere Phonolith und der Feldspatbasalt, Einschlüsse von Nephelinbasalt, Basanit und älterem Phonolith. Das deutet darauf hin, daß im Untergrund noch Reste von alten Nephelinbasalt- und Basanit-Eruptionen vorhanden sind, die älter als Feldspatbasalt und Phonolith sind. Das stimmt überein mit den Beobachtungen im Breitfirstgebiet, wo noch Reste von älteren Nephelinbasalt und Basaniteruptionen unter oder am Rande der Feldspatbasalt- und Doleritdecken nachweisbar sind. An der Dalherdaerkuppe hat ein Phonolith, von dem auch eine Analyse bekannt ist, eine alte Basanitdecke durchbrochen und an einigen anderen Stellen in der Rhön kann man ebenfalls ähnliche Verhältnisse feststellen. Aber von diesen ältesten Eruptionen, die man aus der Rhön kennt, sind nur noch spärliche Ueberreste vorhanden, und da sie sich mineralogisch und chemisch durchaus nicht von den jüngeren Nephelinbasalt- und Basanitergüssen unterscheiden lassen, wird hier eine Altersbestimmung zur Unmöglichkeit.

Ueber diese ältesten Eruptionen von Nephelinbasalt und Basanit sind in der südwestlichen Rhön und im südlichen Teile der Hohen Rhön große Decken von Feldspatbasalt und Dolerit geflossen. Im Breitfirstgebiet folgte nach der Eruption von Feldspatbasalt erst eine Pause und eine Bildung von tertiären Ablagerungen, über die sich dann die Dolerite ergossen. Dagegen gehen in der Hohen Rhön die Eruptionen von Feldspatbasalt und Dolerit vielfach ineinander über und erfolgten ver-

mutlich rasch hintereinander. Zu gleicher Zeit, als sich im S und SW die feldspatbasaltischen Magmen bildeten, ergossen sich in den mittleren und nördlichen Teilen der Rhön die Phonolithe, die aber längst nicht so große Ausdehnung erlangten, als die Feldspatbasalte. Natürlich griffen die beiden verschiedenen Magmen der Phonolithe und Feldspatbasalte vielfach ineinander über, und ebenso wie man einzelne Feldspatbasaltvorkommen bis ziemlich weit nach N verfolgen kann, so findet man auch Phonolithe vereinzelt noch ziemlich weit südlich. Aber die Hauptverbreitungsgebiete der beiden Magmen erscheinen doch deutlich voneinander getrennt.

Im SW bildeten die Dolerite die Endglieder der Eruptionen. Aber in der übrigen Rhön ging die Eruption weiter und förderten immer basischere Magmen ans Tageslicht. Auf die Phonolithe folgten rasch die Tephrite und auf diese in rascher Folge die Ausbrüche von Basanit und Nephelinbasalt, die in so gewaltigen Massen empordrangen, daß sich mit diesen basischen Magmen die eruptive Tätigkeit des Gebietes erschöpfte.

Aus dem oben Gesagten ergibt sich dann folgendes schematische Bild von der zeitlichen Folge der Eruptivgesteine in der Rhön:



Genetische Verhältnisse.

Aus der vergleichenden Betrachtung der in der Rhön vorkommenden Eruptivgesteine ergibt sich mit voller Klarheit, daß man es hier nicht mit einer Anzahl von verschiedenen Magmen, sondern mit einem Magma zu tun hat, welches sich teilweise (und zwar hauptsächlich im SW) feldspatbasaltisch, teilweise (in der mittleren und nördlichen Rhön) tephritisch und phonolithisch ausgebildet hat. Die vorkommenden Gesteinstypen sind alle durch Uebergänge miteinander verbunden, und wo einmal ein extremer, aus der allgemeinen Entwicklungsreihe herausfallender Typ auftritt, zeigt er sich stets als eine engbegrenzte lokale Ausbildungsform, die durch irgendwelche physikalischen Bedingungen zu dem abweichenden Verhalten gezwungen wurde. Wie schon oben angedeutet, sind die Uebergänge zwischen den verschiedenen Gliedern (Nephelinbasalt-Basanit, Basanit-Tephrit, Basanit-Feldspatbasalt, Tephrit-Feldspatbasalt, Tephrit-Phonolith) derartig verwaschen und fließend, daß es oft schwer fällt, ein Gestein einer bestimmten Gruppe zuzuweisen. Das deutet darauf hin, daß ganz bestimmte physikalische Vorgänge im Magmaherd die Ursachen dieser allmählichen Veränderung im Charakter der ausfließenden Magmen sind. Schon Bücking hat ja darauf hingewiesen, daß es so scheine, als ob in der Rhön auf eine Eruption von sauren Magmen eine solche von immer basischeren Magmen folge. Das gilt sicher für den größten Teil der Eruptionen in der Rhön, aber nicht überall, wie schon oben vom Landrücken gezeigt worden ist. Wie hat man sich nun die Bahnen der Differenzierung bei den Rhönmagmen vorzustellen, und welche physikalischen Vorgänge im Magmenherd muß man annehmen, um eine Erklärung für die wechselnde Zusammensetzung der Rhöngesteine zu finden?

Es ist klar, daß zur Beantwortung dieser Frage in allererster Linie die chemische Analyse der Gesteine zu Hilfe genommen werden muß. Denn sie gibt uns die einzig mögliche Auskunft über den Charakter des Magmas, aus welchem

das Gestein sich gebildet hat, während die mikroskopische Untersuchung nur die spezielle Ausbildungsform dieses Magmas feststellen kann. Die ist aber je nach den physikalischen Bedingungen eine ganz verschiedene, und ein und dasselbe Magma kann durch Verschiebung der Gleichgewichtszustände bei der Kristallisation eine ganz verschiedene Ausbildung erhalten, so daß dann bei der nur mikroskopischen Untersuchung der Eindruck entsteht, als handle es sich hier um verschiedene Magmen.

Zum Zwecke eines Vergleichs der verschiedenen Gesteinstypen wurde die von Wolff'sche Dreiecks-Projektion benutzt. Ueber die Berechnungsmethode ist a. a. O. (Lit. 20) das Genauere nachzulesen. Hier sei nur erwähnt, daß die Projektion auf einer Zusammenfassung der leukokraten Komponenten (L-Feldspate und Feldspatvertreter) und der melanokraten Komponenten (M — Augite, Augitvertreter und Erz) und einer daraus resultierenden Berechnung eines positiven oder negativen Kieselsäurewertes beruht. Aus der Projektion geht allerdings nicht hervor, wie sich das Kieselsäure-Defizit auf Nephelin oder Olivin verteilt. Aber es ist andererseits klar, daß es umsomehr dem Nephelin zukommt, je mehr sich die Projektion dem L-Punkte nähert, daß es umgekehrt dem Olivin zukommt, je mehr der Projektionspunkt nach M rückt. Ferner ist zu bedenken, daß die berechneten Werte eine mögliche Mineralkombination darstellen, während die wirkliche Ausbildung des Gesteins unter den jeweils herrschenden Bedingungen oft anders verlaufen kann, so daß sich vielfach Differenzen zwischen der mikroskopischen Untersuchung und dem berechneten Befund ergeben. Die Felder der in der Projektion dargestellten Magmen greifen infolgedessen und wegen der vielfachen Uebergangsglieder oft ineinander über oder überdecken sich gar. Hier muß dann die mikroskopische Untersuchung zu Hilfe genommen werden, um das Gestein einzugliedern.

In das Verzeichnis der von Rhöngesteinen existierenden Analysen wurden nur solche aufgenommen, die nicht zu alten Datums oder unvollständig waren und die nicht offensichtlich auf verwittertes Material hinweisen. Ausnahmen wurden gemacht, wo eine Kontrolle möglich war, oder die alten Analysen gut mit den jüngeren übereinstimmten. In der ersten Spalte sind die Bauschanalysen zusammengestellt, in der zweiten und dritten die Molekularprozente und die Umrechnung nach der von Wolffschen Methode auf L-, M-, Q-, A-, C-, F-Werte.

Um nun klare Bilder über den Lauf der Entwicklung der Magmen zu bekommen, wurden zunächst Analysen von solchen Gesteinen gemeinsam zur Darstellung gebracht, die in einem enger begrenzten Gebiete zu einer Reihenfolge von Eruptionen gerechnet werden müssen. Die dargestellten Kurvenbilder stellen Ausschnitte aus der von Wolffschen Dreiecks-Projektion dar. Die horizontale schwarze Linie ist die L M-Linie, die gestrichelte die Verbindungslinie des L-Punktes mit dem O-Pol.

Projektion 1 zeigt die Folge der Eruptionen im Gebiete des Zentralstocks der Hohen Rhön. Zur Projektion gelangten Analysen von der Kalten Buche, vom Strutberg, Gangolfsberg, Steinernen Haus, Ilmenberg, von der Schafruhe, Reupers bei Roth, vom Predigtstuhl und von der Sumpfkuppe bei Roth. Die Entwicklungsbahn trägt deutlich den Charakter einer Kurve. Die Punkte, welche über der L M-Linie liegen, gehören schon mehr zu den Doleriten, die darunterliegenden zu den Feldspatbasalten. In der Nähe der L O-Linie gehen sie in die Felder der Basanite und Nephelinbasalte über. Man sieht deutlich, daß die Kurve in einem Bogen dem Olivinpol O zustrebt. Ruft man sich nun die tatsächlich beobachteten Lagerungsverhältnisse im Gebiet der Hohen Rhön ins Gedächtnis zurück, so erkennt man die Uebereinstimmung: Das Magma begann mit einer Eruption von sauren Doleriten und endete mit Basanit- und Nephelinbasalt-Ergüssen. Während die Dolerite noch sehr arm an Olivin sind, zeigt er sich in den Feldspatbasalten schon reichlicher, um schließlich in den Basaniten und Nephelinbasalten zu ganz beträchtlicher Menge anzusteigen. Wir haben also in der Richtung der Kurve ein allmähliches Basischerwerden und eine Anreicherung von Olivin nach dem O-Punkte hin.

Eine andere Kurve zeigt Projektion 2. Hier bewegt sich die Bahn der Differentiation entlang der LO - Linie. Im letzten Teil der Kurve zeigt sich dann eine Aufwärtsbiegung nach oben über die L M-Linie hinüber. Zur Projektion kamen die analysierten Nephelinbasalte, Basanite, Feldspatbasalte und Tephrite vom Kreuzberg. Der hier auftretende Feldspatbasalt hat schon eher einen basanitisch-tephritischen Charakter, zeigt aber nach der mikroskopischen Untersuchung von v. Seyfried Olivingehalt. Der Nephelinbasalt 4, dessen Projektionspunkt so auffällig abseits von der Kurve liegt, muß als eine lokale Modifikation betrachtet werden. Während die erste Kurve ein Bild von der Entwicklung des feldspatbasalti-

schen Magmas gab, zeigt die zweite ein solches von der Entwicklung des phonolithischen-tephritischen Magmas. Der Tephrit ist der älteste Erguß, ihm folgen die Feldspatbasalte, die man wohl als feldspatbasaltähnliche Basanite bezeichnen kann (vielleicht wurde das verborgene Auftreten von Nephelin übersehen?), und dann die eigentlichen Basanite und Nephelinbasalte. Bemerkenswert ist, daß die Kurve in dem gleichen Punkte mündet, wie die erste.

Projektion 3 zeigt wieder eine Kurve der ersten Art: Die Differentiationsbahn eines Feldspatbasaltmagmas. Die Analysen stammen aus dem Gebiete der Schwarzen Berge, insbesondere vom Totmannsberg, von der Platzerkuppe und vom Lösershag. Zu unterst liegt der Feldspatbasalt, über den sich die verschiedenen Decken von Basanit und Nephelinbasalt ergossen haben, von denen man dort noch die Reste findet. Auch hier das gleiche Bild: Ein Umbiegen der Kurve nach dem Olivinpol hin, ein Aufhören in der gleichen Gegend wie wie bei den vorigen.

In Projektion 4 zeigt sich ein neuer Kurvenast, der von den bisher beobachteten Bahnen abweicht, und zunächst auch keinerlei genetische Erklärung zuläßt. Während der eine, rechte Kurventeil wieder aus dem Projektionsgebiet der Dolerite in leichter Krümmung der L O-Linie zustrebt, und im Gebiet der Basanite endigt, strebt der zweite, linke Ast dem L-Punkt, also dem Gebiete der Phonolithe zu. Das ist auffällig. Wir haben es hier mit den Basalten des Landrückens (Breitfirstgebiet) zu tun. Zur Projektion gelangten die Analysen vom Taufstein, vom Sparhoferküppel, vom Hopfenberg bei Schwarzenfels und vom Rosengärtchen.

Projektion 5 endlich zeigt die Entwicklungsbahn der Gesteine im Gebiet der Wasserkuppe. Wir haben hier die beiden Linien der feldspatbasaltischen und der phonolithischen Entwicklung nebeneinander. Die Tatsache, daß der in der Entwicklungsreihe früher liegende Basanit vom Gipfel im Profil höher liegt als der schon mehr zu den Nephelinbasalten neigende Basanit vom W-Abhang, deutet vielleicht darauf hin, daß es sich hier um einen Basanitausbruch handelt der in seinem randlichen Teil nephelinbasaltisch entwickelt ist.

Trägt man die Projektionspunkte sämtlicher vorhandener Analysen des Rhöngebietes in ein Dreieck ein, so zeigt sich ganz auffällig eine Anordnung der Eruptivgesteine entlang denjenigen Linien, welche in der Projektion 6 eingezeichnet worden sind. Auch die Einzelkurven von 1 bis 5 ordnen

sich in dieses Bild ein und man ersieht daraus ganz klar, daß wir es in der Rhön mit einer gesetzmäßigen Entwicklung des Magmas zu tun haben. Die meisten der in der Rhön auftretenden Gesteine ordnen sich in ihren Projektionen um den Punkt A, der an der Grenze von Basanit gegen Nephelinbasalt liegt. Von hier aus verläuft die eine Entwicklungsbahn über den Feldspatbasalt zum Dolerit, die andere über den Basanit-Tephrit zum Phonolith. Man wird daher wohl mit Recht annehmen dürfen, daß das Grundmagma, aus dem die beiden Reihen entstanden sind, von einer basanitischen Beschaffenheit war. Basanit führt, wenn er unverändert zur Erstarrung kommt, in der Hauptsache Feldspat, Nephelin, Olivin und Augit. Wie in anderen Gebieten, insbesondere im Nyassa-Gebiet (Lehmann Lit. 19), zeigt sich auch hier in der Rhön auf der einen Seite in den Basaniten ein größerer Gehalt von Feldspat verbunden mit Olivin bei zurücktretendem Nephelin und Augit, und andererseits findet man den umgekehrten Fall des Zurücktretens von Olivin und Feldspat bei stärkerem Vorwiegen von Nephelin und Augit. Es handelt sich um das Gleichgewicht: Feldspat + Olivin = Nephelin + Augit, das sich je nach Aenderung der physikalischen Bedingungen entweder nach rechts oder nach links verschiebt. In einer Schmelze von entsprechender Konzentration kommt bei der Abkühlung im Allgemeinen zuerst der Olivin zur Auskristallisation und sinkt dann infolge seiner spezifischen Schwere nach unten. Es findet also eine Verschiebung des Gleichgewichtes statt, dadurch, daß eine Komponente verringert wird. Es findet auf der linken Seite der Gleichung Feldspat + Olivin = Nephelin + Augit eine Verarmung von an SiO_2 ungesättigten und eine Anreicherung von gesättigten Verbindungen statt, und infolgedessen kommt es auf der rechten Seite zu einer Zurückbildung des Nephelins, so daß eine solche Schmelze beim Absinken von Olivin dem Endprodukt Augit-Feldspat zustrebt. Dieses sammelt sich in den oberen Teilen des Magmaherdes, während in der Tiefe der umgekehrte Prozeß sich vollzieht: Der absinkende Olivin kommt in heißere Zonen, wo er sich wieder auflöst und nun eine Verschiebung des Gleichgewichtes in umgekehrtem Sinne hervorruft. Auf der linken Seite findet sich ein Ueberwiegen der ungesättigten Komponenten und das führt zu einem Abbau des Feldspatmoleküls und einer Neubildung von Nephelin auf der rechten Seite. Wir kommen also hier

zu Magmen, die sich immer mehr dem reinen Zustand Nephelin-Olivin nähern, d. h. zu den Nephelinbasalten.

Wenn man die Bauschanalysen der Phonolithe und der Feldspatbasalte miteinander vergleicht, so findet man, daß die ersteren ein Ueberwiegen von Kali-Natron über Kalk-Magnesia, die letzteren dagegen ein solches von Kalk-Magnesia über Kali-Natron zeigen. Die Erklärung hierfür müssen wir ebenfalls in den Gleichgewichtsvorgängen innerhalb des magmatischen Herdes suchen. Zu dem Zwecke ist es nötig, das oben genannte Gleichgewicht noch etwas genauer zu betrachten und weiterhin die zwischen Trachydolerit und Tephrit bestehende Reaktionsgleichung heranzuziehen. Nach Lehmann (Lit. 19) findet sich letzteres Gleichgewicht folgendermaßen vor: Albit + Anorthit + Olivin + Erz = Nephelin + Aegirin + Augit + Erz.

Wenn allmählich eine Auskristallisation in einem ähnlich zusammengesetzten Magma beginnt, so muß sie ganz verschieden verlaufen und zu wesentlich anderen Ergebnissen führen, je nachdem wir im Magma ein Vorherrschen der linken oder der rechten Seite des Gleichgewichtes vor uns haben. Es ist dabei wichtig, sich einen Ueberblick über die ungefähre Ausscheidungsfolge der Mineralien zu verschaffen. Nach Rosenbusch verläuft sie im allgemeinen folgendermaßen: Oxyde, Spinelle, Apatit, Titanit, Olivin, rhombischer Augit, monokliner Augit, Hornblende, Plagioklas Nephelin und Leuzit, Aegirin, Albit, Orthoklas, Quarz.

Wendet man nun diese Erkenntnis auf das vermutliche Urmagma der Rhön an, so bekommt man folgende interessanten Ergebnisse: In dem Magma ist vor allem die rechte Seite des Gleichgewichtes ausgebildet, d. h. wir haben vorwiegend Moleküle von Nephelin, Augit und Aegirin, während Olivin, Albit und Anorthit zurücktreten. Ist nun der Olivin das erste auskristallisierende Produkt, so tritt durch sein Absinken eine weitere Verarmung an Olivin ein. Nach dem Olivin können die kalk-magnesiahaltigen Augite auskristallisieren und ebenfalls absinken. Infolge des Olivinabsinkens findet eine ganz allmähliche Anreicherung von Kieselsäure in dem Restmagma statt, und da gleichzeitig eine allmähliche Verarmung an Kalk-Magnesia durch das Absinken von Olivin und des folgenden Augits eintritt, findet ebenfalls eine Anreicherung von Alkalien im Magma statt. Der reichlich vorhandene Nephelin wird allmählich mehr und mehr zu Feldspat ergänzt und das Endprodukt ist schließlich nur noch

aus Sanidin-Aegirinaugit zusammengesetzt, d. h. wir haben reine Phonolithe vor uns. Tatsächlich ist ja auch die Phonolithreihe gekennzeichnet durch das rasche Verschwinden von Olivin, während der reichlich vorhandene Nephelin sich neben dem Feldspat noch in den Phonolithen findet.

In dem Magma ist vor allem die linke Seite des Gleichgewichtes ausgebildet, d. h. wir haben vorwiegend Albit, Anorthit, Olivin und Erz, während Nephelin, Aegirin zurücktreten. Kalk-Magnesia verteilen sich also in diesem Falle neben Augit im wesentlichen auf Anorthit und Olivin. Anorthit kommt für das Absinken nicht in Frage, da er infolge seines spezifischen Gewichtes (2,75) in einem Magma, dessen spezifisches Gewicht im Durchschnitt 3,00 beträgt, nicht untersinken kann. Nur unter ganz bestimmten physikalischen Bedingungen, z. B. bei Durchgasung des Magmas, kann sich eine Verschiebung des spezifischen Gewichtes vollziehen und der ausgeschiedene Anorthit zum Absinken gelangen. Andererseits wird er aber in gewissen Tiefen als leichterer Bestandteil einen Auftrieb erfahren, und so kann es in gewissen Zonen des magmatischen Herdes, wo das spezifische Gewicht des Anorthits ungefähr dem des Magmas gleicht und er daher in Schwebe bleibt, zu maximalen Anorthitansammlungen kommen. Abgesehen von solchen Sonderzuständen kommt als absinkender Bestandteil in unserem Falle in der Hauptsache der reichlich vorhandene Olivin und das Erz in Frage. Da deren Absinken diesmal viel reichlicher als im vorigen eintritt und andererseits der Verlust an Kalk-Magnesia infolge der Bindung eines großen Teiles desselben an Anorthit nicht so stark hervortritt, steigt der Gehalt an SiO_2 in diesem Falle sehr rasch und die Kurve wird wesentlich steiler. Der nur spärlich vorhandene Nephelin wird in Feldspat umgesetzt und verschwindet rasch. Bekanntlich zeigen schon manche nach der chemischen Zusammensetzung noch als Basanit zu bezeichnende Gesteine ein fast völliges Verschwinden von Nephelin. Dagegen zeigt sich in dieser Reihe der Olivin noch bis zu den sauersten Endgliedern in den Doleriten. Während im ersten Falle das Meiste an Kalk-Magnesia mit Olivin-Augit absank, sinkt im letzteren Falle nur ein Teil mit Olivin ab, während das Uebrige im Feldspat gebunden bleibt. Daher zeigt sich in der Feldspatbasaltreihe keine Anreicherung von Alkalien, oder wenigstens lange nicht in dem Maße, wie in der Phonolithreihe.

Nun bliebe aber noch die Entwickelungsbahn, welche vom Phonolith zu den Doleriten verläuft, zu erklären. Eine dies-

bezgl. Differentiation des Magmas erscheint unwahrscheinlich. Wenn man nun annimmt, ein phonolithisches und ein basaltisches Magma habe sich vermischt, so könnte man darin eine Erklärung für diese Differentiationskurve finden. Berechnet man das Resultat, welches sich ergibt, wenn man eine Analyse eines Phonoliths zu einer solchen von Feldspatbasalt addiert und die Summe durch 2 teilt, so erhält man, je nachdem man 1, 2 oder mehrere Phonolithe auf einen Basalt berechnet, eine Projektionslinie, die genau der Bahn gleicht, welche praktisch bei den Rhönbasalten gefunden wurde. Die Tatsache, daß diese Bahn nur zwischen Phonolith und Feldspatbasalt verläuft, nicht auch zwischen den auf der LO-Linie später folgenden tephritisch-basanitischen Gesteinen und dem Feldspatbasalt, — es zeigt sich in der Projektion hier eine deutliche Lücke innerhalb des Dreiecks, entlang dessen Seiten sich die Projektionspunkte der meisten Gesteinstypen anhäufen — weist auch wieder darauf hin, daß das Feldspatbasalt- und das Phonolithmagma zu gleicher Zeit zur Eruption gelangten. Dabei konnte die Mischung natürlich gut stattfinden. Als jedoch die späteren Glieder der Entwicklungsreihe Phonolith - Nephelinbasalt zur Eruption gelangten, hatte das Feldspatbasaltmagma bereits seine eruptive Tätigkeit eingestellt. Es konnten daher keine Vermischungen mehr stattfinden.

Eine Anzahl von Gesteinen fallen mit ihren Projektionspunkten in den Raum außerhalb der Differentiationsbahnen. Und zwar findet man einerseits eine Anzahl von Phonolithen und Tephriten, deren Projektionspunkte in der Figur 6 mehr oder weniger weit über der LM-Linie liegen und andererseits einige Nephelinbasalte und Nephelinite, die tief unter die Differentiationsbahn Basanit-Nephelinbasalt heruntersinken. Diese extremen Typen, die aber hinter den normalen Typen stark zurücktreten, sind als saure oder basische Ausscheidungen des Magmas zu betrachten, die durch irgendwelche, nicht in der Differentiation begründete Vorgänge zu ihrer besonderen Ausbildung gelangten. Aber man findet auch dafür eine Erklärung wenn man annimmt, daß das Magma Teile der Sedimente, welche den Untergrund der Rhön aufbauen, eingeschmolzen hat. Handelte es sich dabei um Sandsteine, so verschob sich der Projektionspunkt des Magmas infolge der Aufnahme von Kieselsäure in der Richtung nach Q (in Projektion 6 durch Pfeile angedeutet), wurden dagegen Kalksteine aufgenommen, so verschob sich der Punkt der Projektion

in Richtung der nach dem Punkte Ca zielenden Pfeile, also nach der rechten unteren Dreieckseite hin.

Wie erklären sich nun aus diesen magmatischen Differentiationsvorgängen die Lagerungsverhältnisse in der Rhön? — Wenn man von der Annahme ausgeht, das Stammagma, aus dem sich die anderen Magmen gebildet hätten, sei ein basanitisches gewesen, so müßten sich die meisten Projektionspunkte in der Gegend finden, wo Basanit zur Projektion gelangt. Das ist tatsächlich der Fall.

Beginnt nun ein solches basanitisches Magma sich abzukühlen, so können wir je nachdem eine Differentiation in einer der beiden Richtungen erwarten. Durch das Absinken des Olivins, des Augits und der accessorischen Bestandteile, die alle spezifisch schwerer sind, als das Gesamtmagma und umgekehrt, durch das Aufsteigen der spezifisch leichteren, sauren Komponenten werden sich allmählich in den obersten Teilen des Magmaherdes die sauersten Differentiationsprodukte, in der Tiefe die basischsten ansammeln. Kommt nun ein solches Magma zur Eruption, so werden die ersten Eruptionsströme aus sauren Gesteinen bestehen, und zwar entweder aus Phonolithen oder aus Doleriten und Feldpatbasalten. Geht nun die Eruption weiter, so schöpfen die folgenden Eruptionen ihr Magma aus größeren Tiefen, und wir werden immer basischere Gesteine bekommen: Tephrite, Basanite und schließlich das Differentiationsprodukt der Tiefe, wo sich die Olivine angesammelt haben und aller Feldspat in Nephelin verwandelt ist, die Nephelinbasalte. Das ist ja auch tatsächlich die Folge, die man allenthalben in der Rhön am häufigsten beobachtet. Liegen nun aber zwischen den einzelnen Eruptionen größere Zwischenräume, so ergibt sich ein wesentlich anderes Bild: Angenommen, das Magma ist zuerst in heißem Zustand ausgeflossen, dann ist es noch ganz undifferenziert und wir haben basanitisch-nephelinbasaltische Ausbildung der Gesteine. Nun hat das Magma eine Periode der Ruhe durchzumachen, es kühlt sich ab und in den oberen Partien sammeln sich die sauren Besandteile an. Handelt es sich nun um ein Magma der Feldspatbasaltreihe, so kommt bei einer nun folgenden neuen Eruption ein saurer Feldspatbasalt über den alten Basanit-Nephelinbasalt zu liegen. Hat dann das Magma wieder eine Ruhepause, so kommt es inzwischen zu einer weitergehenden Differentiation und bei der folgenden Eruption ergießen sich noch die sauren Dolerite über die Feldspatbasalte. Es ist aus Obigem bekannt, daß im Breitfirstgebiet tatsächlich solche

Verhältnisse vorliegen. Hier findet die Frage, warum die Verhältnisse im Breitfirstgebiet umgekehrt liegen, als in der übrigen Rhön, ihre Erklärung. Ebenso erklärt es sich, warum das Verhältnis von Dolerit und Feldspatbasalt in der Hohen Rhön ein wechselndes ist: Die beiden Magmen stehen sich näher, sie sind nicht durch große Ruhepausen voneinander getrennt, sondern rasch hintereinander ausgeflossen, wobei dann natürlich das saurere unter das basischere zu liegen kam oder, wenn einmal eine Pause entstand das umgekehrte eintrat. Wesentlich für die Reihenfolge der Lagerung ist also die Tatsache, ob die Magmen einander in rascher Reihe folgten und das Stammagma keine Zeit fand, sich weiter zu differenzieren, oder ob zwischen den einzelnen Eruptionen größere Zwischenräume liegen.

Auszug.

1. Man kann in der Rhön zwei deutlich gegeneinander abgrenzbare Magmenreihen unterscheiden: a) eine feldspatbasaltische, die sich vor allem im südwestlichen und südlichen Teil findet, b) eine phonolitische, die in der mittleren und nördlichen Rhön hauptsächlich verbreitet ist. In der ersteren herrschen Kalknatronfeldspäte und Kalkmagnesiaaugite, in der letzteren Alkalifeldspäte und Aegirinaugite vor.

2. Beide Reihen zeigen Uebergangsglieder von den basischsten bis zu den sauersten Typen. Sie entwickeln sich durch magmatische Differentiation eines Urmagmas, in dem die melanokraten basischeren Komponenten absinken und das Magma oben saurer wird.

3. Wenn die Eruptionen rasch aufeinander folgen, überlagern basischere Gesteine die sauren Anfangsglieder (Beispiele: Hohe Rhön, Kreuzberg u. a.). Wenn dagegen längere Zwischenpausen auftreten, schreitet inzwischen die Differentiation weiter fort und es folgen immer saurere Magmen auf die basischen Anfangsglieder (Beispiel: Breitfirstgebiet).

4. Zwischen den Endgliedern der beiden Differentiationsreihen, den Phonolithen und den Doleriten haben Vermischungen stattgefunden, deren Gesteinstypen Uebergangsglieder zwischen den Phonolithen und den Doleriten darstellen und in ihrer Projektion eine Verbindungslinie von Phonolith zu Dolerit bilden.

5. Die Phonolithe mit den extrem hohen positiven Q-Werten sind ebenso wie die Basalte mit den extrem hohen negativen Q-Werten als Ergüsse von Magmen aufzufassen, die irgendwelche Kieselsäure — resp. Kalk-Magnesia haltige Gesteine des Untergrundes aufgeschmolzen haben.

6. Die verschiedenen Ausbildungsformen der basanitischen Gesteine bei gleicher chemischer Zusammensetzung lassen sich im großen Ganzen auf das Gleichgewicht Feldspat + Olivin

= Nephelin + Augit zurückführen, das je nach den physikalischen Bedingungen nach rechts oder links verschoben wird (Beispiel: Wasserkuppe und Schafstein).

7. Man hat in der Rhön eine ursprüngliche Eruption von basischen Basaniten-Nephelinbasalten des Stammagmas anzunehmen, auf die dann eine Ruhepause folgte, in welcher sich das Magma differenzierte. Dann ergossen sich über die alten Deckenreste Phonolithe und Feldspatbasalte und in der Hohen Rhön noch weiterhin immer basischer werdende Eruptiva, bis die Eruptionen mit den Nephelinbasalten ihren Abschluß fanden.

Literaturverzeichnis.

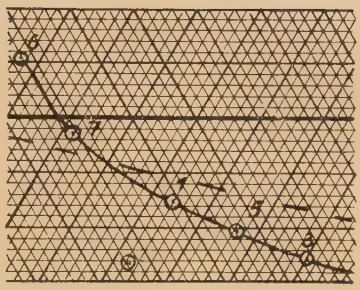
1. **H. Bücking,** Geologischer Führer durch die Rhön, Berlin 1916.
2. **H. Bücking,** Die Basalte und Phonolithe der Rhön, ihre Verbreitung und ihre chemische Zusammensetzung. Sitzungsberichte der Kgl. Pr. Akademie der Wissenschaft, 1910, XXIV.
3. **H. Bücking,** Ueber die Phonolithe der Rhön und ihre Beziehungen zu den basaltischen Gesteinen. Sitzungsberichte der Kgl. Pr. Akademie der Wissenschaften 1907, XXXVI.
4. **R. Wedel,** Ueber das Doleritgebiet der Breitfirst. Jahrb. d. Kgl. Pr. Geolog. Landesanstalt 1890, XI, 2. Abt.
5. **H. Proescholdt,** Ueber den geologischen Bau des Zentralstocks der Rhön. Ebenda 1893, XIV.
6. **E. v. Seyfried,** Geognostische Beschreibung des Kreuzberges in der Rhön. Ebenda 1896, XVII, 2. Abt.
7. **J. Soellner,** Geognostische Beschreibung der Schwarzen Berge in der südlichen Rhön. Ebenda 1901, XXII.
8. **W. Wagner,** Geologische Beschreibung der Umgebung von Fladungen vor der Rhön. Ebenda 1909, Teil II.
9. **F. Kallhardt,** Geologische Beschreibung der Umgebung von Spahl in der Rhön. Ebenda 1909, Teil II.
10. **H. Bücking,** Erläuterungen zur geologischen Karte von Preußen. Blatt Gersfeld 1910
11. **H. Bücking,** desgl. . . . . Blatt Kleinsassen 1910
12. **H. Bücking,** desgl. . . . . Blatt Sondheim 1910
13. **H. Bücking,** desgl. . . . . Blatt Hilders
14. **H. Bücking,** desgl. . . . . Blatt Spahl
15. **E. v. Seyfried,** desgl. . . . . Blatt Oberzell
16. **E. v. Seyfried,** desgl. . . . . Blatt Schlüchtern
17. **O. Dreher,** Geologische Beschreibung des Dammersfeldes, Jahrb. d. Kgl. Pr. Geolog. Landesanstalt XXX 1909.
18. **H. Gachot,** Die vulkanischen Trümmergesteine von Schakkau, ebenda XXXIII, 2, 1912.
19. **E. Lehmann,** Das Vulkangebiet am Nordende des Nyassa als magmatische Provinz, Ergänzungsb. IV zur Zeitschr. f. Vulkanologie, Berlin 1924.
20. **F. v. Wolff,** Der Vulkanismus, Bd. I, Stuttgart 1914, Bd. II, Stuttgart 1923.

Lebenslauf.

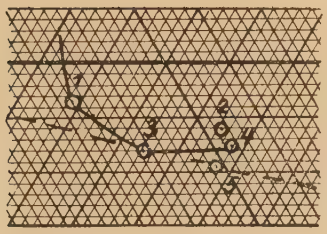
Am 21. April 1901 wurde ich, Robert Kurt Eduard Holler, evangelischen Bekenntnisses, als Sohn des Oberpostsekretärs Robert Holler und seiner Gemahlin Helene, geb. Meyer in Hayingen bei Diedenhofen (Lothr.) geboren. Bis zu meinem 8. Lebensjahre besuchte ich die Volksschule zu Metz-Sablon, nach welchem Ort meine Eltern verzogen waren, und von da ab die Realabteilung des Lyzeums (Gymnasium) zu Metz bis November 1918. Dann mußte ich Metz infolge des unglücklichen Kriegsausganges verlassen, und legte in Halle a. d. S. nach der Teilnahme an einem Kursus für Kriegsteilnehmer die Reifeprüfung Herbst 1919 am Stadtgymnasium ab. Seit dieser Zeit studierte ich an der Universität Halle Naturwissenschaft und Philosophie. Meine akademischen Lehrer waren: Erdmann, Lehmann, Menzer, Mie, Scupin, Tubandt, Vorländer, Walther, Weigelt, Weitz, v. Wolff, Ziehen.

Allen meinen verehrten Lehrern schulde ich großen Dank, besonders aber Herrn Professor Dr. v. Wolff, welcher mir die Anregung zu vorliegender Arbeit gab und meine Studien freundlichst in jeder Weise förderte. Herzlich danken möchte ich auch noch Herrn Professor Dr. Lehmann und Herrn Dr. H. W. Wolff für die mir im persönlichen Verkehr gegebenen Anregungen.

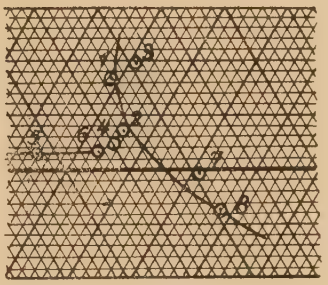
Projektion 1



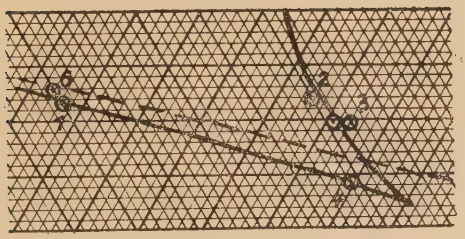
Projektion 2



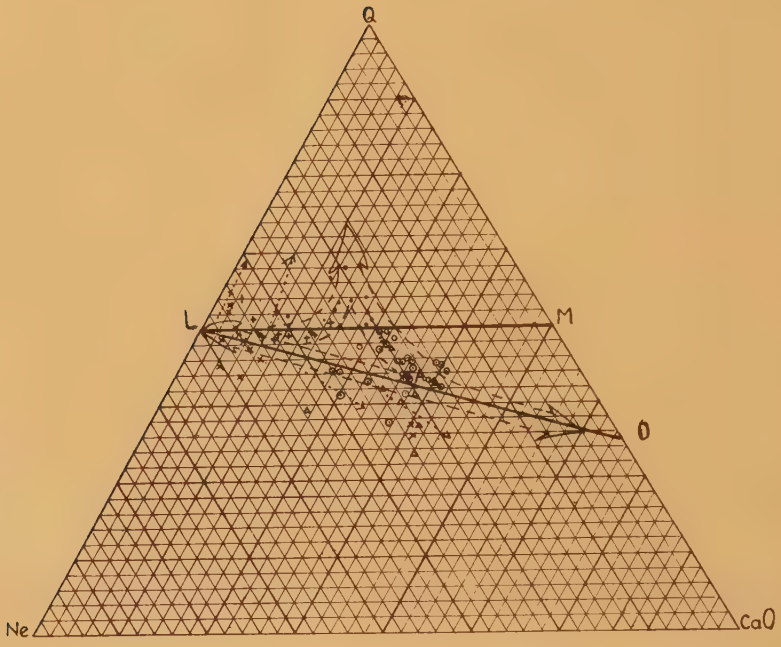
Projektion 3



Projektion 4



Projektion 5



Projektion 6

Erklärung: • = Dolerit
o = Feldspatbasalt
× = Phonolith
+ = Tephrit
⊙ = Basanit
Δ = Nephelinbasalt.

Gewichtsprozente

Tabelle 1

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.
SiO_2	52,82	52,23	52,21	52,45	52,31	50,75	50,31	50.47	49,92	49,83	49,67	48,83	48,89
TiO_2	2,08	2,05	1,36	0,91	0,85	1,26		1,51	1,80	1,73	1,67	1,89	1,76
Al_2O_3	12,51	12,21	14,62	14,83	17,13	14,15	13,55	12,41	13,39	13,20	12,72	12,90	13,66
Fe_2O_3	9,07	10,10	10,77	8,32	8,13	8,28	10,79	8,78	8,07	7,29	8,19	4,81	3,64
FeO	3,98	2,76	3,20	3,46	2,24	4,58	5,99	3,89	4,82	4,67	4,26	6,55	7,44
MnO							0,48						
CaO	8,08	7,13	8,72	7,88	7,41	7,72	7,13	10,19	10,68	11,57	9,38	9,89	8,68
MgO	4,74	5,47	5,02	5,60	2,65	6,61	2,88	5,73	6,13	5,90	7,41	7,68	8,83
Na_2O	2,58	3,83	1,77	4,75	5,66	2,67	4,24	2,57	2,83	2,78	3,56	3,32	3,14
K_2O	2,44	2,15	0,55		0,11	1,18	1,83	1,19	1,11	1,31	1,35	1,43	1,20
H_2O	0,75	0,75	0,09	1,51	1,94	1,03	0.91	1,09	0,94	1,07	0,91	1,24	2,59
P_2O_5	0,49	0,32	0,19		0,35	1,52	1,29	1,31	1,06	0,78	1,07	1,27	0,39

Molekularprozente

SiO_2	62,36	60,62	59,70	58,73	61,26	57,38	59,52	57,23	55,30	55,19	54,88	53,46	53,06
TiO_2	1,84	1,78	1,17	0,77	0,74	1,06		1,29	1,50	1,44	1,39	1,55	1,43
Al_2O_3	8,69	8,33	9,83	9,77	11,80	9,41	9,43	8,28	8,73	8,60	8,27	8,31	8,72
Fe_2O_3	4,02	4,39	4,62	3,49	3,57	3,51	4,78	3,73	3,35	3,03	3,39	1,98	1,48
FeO	3,92	2,67	3,03	3,23	2,18	4,31	5,90	3,67	4,45	4.31	3,92	5,98	6,73
CaO	5,99	6,80	10,68	9,45	9,31	9,35	9,03	12,38	12,68	13,73	11,11	11,60	10,09
MgO	8,39	9,52	8,61	9,41	4,65	11,21	5,11	9,74	10,18	9,80	12,28	12,61	11,37
Na_2O	2,95	4,30	1,96	5,15	6,41	2,92	4,85	2,82	3,03	2,98	3,81	3,51	3,29
K_2O	1,84	1,59	0,40		0,40	0,85	1,38	0,86	0,78	0,92	0,95	1,00	0,83

Nr.	Gesteinsart	Fundort	L	M	Q	A	C	F	Analytiker	
1	Dolerit	Frauenberg Gipfel (Taufstein)	53,92	28,90	17,18	4,79	3,90	10,48	Knapp	Lit. 2
2	„	„ Ostabhang . .	56,88	34,82	8,30	5,89	2,44	13,88	„	„
3	„	„ (Taufstein) . .	48,76	31,29	19,95	2,36	7,47	11,82	Wedel	„
4	„	Sparhof	59,68	35,20	5,12	5,15	4,62	14,24	Knapp	„
5	„	„	73,16	23,05	3,79	6,49	5,31	8,65	„	„
6	„	Windbühl bei Zeitlofs . .	52,72	38,46	8,82	3,77	5,64	15,72	„	„
7	„	Hopfenberg b. Schwarzenfels	62,64	33,68	3,68	6,23	3,20	12,06	von Gerichten	„
8	„	Kalte Buche	47,84	42,44	9,72	3,68	4,60	17,52	Schmidt	„
9	„	Strutberg (Petriberg) . . .	50,16	44,78	5,06	3,81	4,92	19,04	„	„
10	„	„ (Mitte)	50,00	46,28	3,72	3,90	4,70	20,11	„	„
11	„	Reupers bei Roth	52,12	47,60	0,28	4,76	3,51	20,41	„	„
12	„	Gangolfsberg	51,28	52,78	−4,06	4,51	3,80	24,41	„	„
13	„	„	51,36	53,18	−4,54	4,12	4,60	25,11	Haefcke	„

Gewichtsprozente

Tabelle 2

	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.	30.	31.	32.	33.
SiO_2	45,94	43,10	47,06	46,92	43,11	42,21	42,92	45,51		57,54	55,30	55,32	54,98
TiO_2		1,88		0,72		2,48	(0,41)	1,18		0,13	0,29	0,75	0,76
Al_2O_3	21,16	11,71	13,87	11,75	13,41	13,82	10,54	12,64		18,06	18,90	20,25	18,26
Fe_2O_3	2,21	4,43	16,25	11,67	16,51	10,79	19,20	17,06		4,70	5,77	4,05	6,88
FeO	7,14	8,28		3,85		2,73	6,68	1,15			2,78		2,42
MnO										0,06			
CaO	10,49	10,84	10,49	10,68	14,33	13,16	11,35	5,19		4,75	3,52	4,21	5,82
MgO	7,80	13,20	7,33	6,61	9,05	9,34	4,55	9,41		1,20	2,61	0,98	1,96
Na_2O	3,21	2,78	3,02	3,73	2,31	2,16	2,80	3,94		5,65	4,54	6,32	3,84
K_2O	1,14	1,27	1,38	0,37	1,38	0,34	1,36	1,96		5,13	6,56	4,10	2,19
H_2O	1,02	1,71	0,84	1,21	1,67	3,14	1,70	1,96		3,19	0,51	3,34	1,99
P_2O_5		0,49		0,24			(0,95)						

Molekularprozente

SiO_2	49,97	45,44	50,36	53,83	45,17	47,47	50,82	52,97		67,18	63,29	67,56	65,79
TiO_2		1,49		0,62		2,09		1,02		0,11	0,24	0,69	0,68
Al_2O_3	13,54	7,26	8,73	7,93	8,27	9,14	7,34	8,65		12,41	12,72	14,55	12,85
Fe_2O_3	0,90	1,75		5,02		4,55	8,53	7,45		2,06	2,48	1,85	3,09
FeO	6,47	7,27	13,05	3,68	12,98	2,56	6,59	1,12			2,65		2,41
CaO	12,22	12,24	12,03	13,14	16,09	15,85	14,40	6,48		5,94	4,32	5,51	7,46
MgO	12,73	20,87	11,76	11,37	14,22	15,75	8,08	16,42		2,10	4,48	1,80	3,52
Na_2O	3,38	2,83	3,13	4,14	2,35	2,35	3,21	4,43		6,38	5,03	4,84	2,53
K_2O	0,79	0,85	0,94	0,27	0,92	0,24	1,03	1,46		3,82	4,79	3,20	1,67

Nr.	Gesteinsart	Fundort	L	M	Q	A	C	F	Analytiker
20	Feldspatbasalt	Kreuzberg	70,84	44,10	—14,94	4,17	9,37	21,15	von Seyfried Lit. 2
21	„	Ilmenberg.	43,76	73,60	—17,36	3,68	3,58	35,05	Klüß „
22	„	Steinernes Haus	51,20	64,36	—15,56	4,07	4,66	32,18	E. E. Schmid „
23	„	Schwarzenfels-Schelmeneck.	49,36	50,68	—0,04	4,41	3,52	20,99	Knapp „
24	„	Pferdskopf, Felskuppe . .	49,36	61,08	—10,44	3,50	5,34	27,07	E. E. Schmid „
25	„	Predigtstuhl	46,92	57,21	—4,13	2,59	6,55	25,05	Dürrfeld „
26	„ (Hornblendebas.)	Kirschberg bei Rasdorf . .	46,32	53,88	—0,20	4,24	3,10	19,38	Sommerlad „
27	Feldspatbasalt	Totmannsberg	58,16	48,85	—7,01	5,89	2,76	20,14	Holler —
28									
30	Phonolith	Pferdskopf	90,44	13,72	—4,16	10,20	2,21	5,83	Rammelsberg Lit. 2
31	„	Wasserkuppe	90,16	17,10	—7,26	9,82	2,90	6,07	Holler —
32	„	Kalvarienberg b. Poppenhaus.	87,36	5,45	7,19	8,04	5,51	1,80	Dürrfeld Lit. 2
33	„	Dalherdakuppe	64,63	12,54	22,83	4,20	7,46	3,52	Dreher „

Gewichtsprozente

Tabelle 3

	34.	35.	36.	37.	38.	39.	40.	41.	42.	45.	46.	47.	48.
SiO_2	57,69	66,74	61,01	45,84	45,18	49,55	50,08	54,65		51,91	53,26	52,18	50,24
TiO_2	0,66	0,53	0,45				1,24	1,09		1,56	0,31	1,76	1,63
Al_2O_3	20,44	16,91	18,45	10,18	10,42	25,01	21,68	22,75		19,58	16,63	19,88	20,25
Fe_2O_3	2,32	1,95	2,09	14,32	14,00	4,04	3,88	3,40		6,39	8,29	4,77	8,11
FeO	1,47	0,62	0,80	6,42	7,13	3,51	4,00	2,18		2,30	3,21	1,99	0,74
MnO		0,08											
CaO	3,18	1,19	1,91	8,40	7,82	8,30	7,78	2,04		5,50	7,30	6,66	7,94
MgO	0,70	0,15	0,94	1,47	1,63	3,03	2,85	2,19		0,54	1,10	1,91	2,74
Na_2O	7,51	6,55	7,33	8,77	9,84	4,52	4,21	6,61		7,70	5,31	3,65	4,84
K_2O	4,74	4,11	4,75	3,96	3,72	4,21	3,96	5,25		3,32	3,54	3,45	1,70
H_2O	1,70	2,08	3,09	1,21	0,72		0,55	0,76		0,50	1,43	2,75	2,32
P_2O_5				0,66	1,64					0,72			

Molekularprozente

SiO_2	68,39	75,17	69,94	54,07	53,01	55,56	57,08	62,71		64,13	61,99	61,85	58,82
TiO_2	0,58	0,45	0,39				1,06	0,94		1,45	0,27	1,56	1,43
Al_2O_3	14,25	11,20	12,44	7,06	7,20	16,49	14,52	15,35		14,23	11,38	13,86	13,94
Fe_2O_3	1,03	0,82	0,90	6,33	6,16	1,70	1,65	1,46		2,96	3,62	2,12	3,56
FeO	1,45	0,58	0,76	6,31	6,97	3,28	3,80	2,09		2,36	3,11	1,96	0,72
CaO	4,04	1,43	2,35	10,62	9,83	9,97	9,50	2,51		7,28	9,10	8,46	9,96
MgO	1,24	0,25	1,62	2,60	2,87	5,09	4,87	3,76		1,00	1,92	3,39	4,81
Na_2O	5,44	7,14	8,13	10,01	11,17	4,90	4,64	7,34		3,97	5,98	4,19	5,49
K_2O	3,58	2,96	3,47	3,00	2,79	3,01	2,88	3,84		2,62	2,63	2,61	1,27

Nr.	Gesteinsart	Fundort	L	M	Q	A	C	F	Analytiker
34	Phonolith	Linzberg bei Hofaschenbach	89,51	5,38	5,11	9,02	4,04	1,66	Möller Lit. 2
35	„	Dachberg bei Rasdorf . .	85,20	2,56	12,24	10,10	1,10	0,58	Knoevenagel „
36	„	„	96,16	7,92	−4,08	11,60	0,84	3,13	Deike „
37	„ (Buchonit)	Kalvarienberg b. Poppenhaus.	56,48	74,76	−31,24	13,01	−5,95	19,15	von Gerichten „
38	„ „	„	57,60	77,50	−35,10	13,96	−6,76	19,67	Möhl „
39	„	Schackau, Ziegenkopf. . .	97,60	19,52	−17,12	7,91	8,58	8,06	von Seyfried „
40	„	„ Schlotbrekzie . .	88,16	22,34	−10,50	7,52	7,00	9,52	Gachot Lit. 18
41	„	„	101,14	11,70	−12,84	11,18	2,51	4,39	„ „
42									
45	Tephrit (phonolith.)	Kreuzberg (Käuling) . . .	82,20	7,32	10,48	6,59	7,28	1,00	Scheidt Lit. 2
46	„	„	79,96	23,23	−3,19	8,61	2,77	8,25	von Seyfried „
47	„	Hozzelberg bei Spahl. . .	82,64	13,66	3,70	6,80	7,06	4,79	Dürrfeld „
48	„	Kirschberg bei Rasdorf . .	82,80	19,46	−2,26	6,76	7,18	7,59	„ „

Gewichtsprozente

Tabelle 4

	49.	50.	51.	52.	53.	54.	55.	56.	57.	58.	60.	61.	62.
SiO_2	50,33	51,25	51,65	45,46	44,37	45,25	45,67	48,78	44,97		41,18	42,68	44,10
TiO_2	2,08	1,55	1,52	1,50	3,75	2,78	1,57	1,99	2,47		0,50	2,48	2,46
Al_2O_3	22,57	22,10	18,42	22,20	17,45	17,69	17,84	19,39	17,48		17,94	15,02	12,80
Fe_2O_3	4,63	4,51	7,95	6,95	7,48	7,76	9,54	6,29	12,80		9,81	7,95	5,43
FeO		1,39	1,97	4,19	3,39	4,62	4,04	3,41	0,44		1,16	6,09	5,73
MnO												0,21	0,18
CaO	9,74	7,07	7,92	9,57	10,98	9,88	9,78	8,72	18,80		12,38	9,77	10,57
MgO	3,25	1,74	1,80	3,07	5,21	3,68	3,85	4,05	4,06		11,18	4,99	10,66
Na_2O	3,90	4,32	3,59	3,38	2,56	2,87	3,88	4,09	3,21		3,15	4,97	2,84
K_2O	1,73	2,79	2,58	1,49	0,62	2,27	1,44	1,53	1,38		0,93	1,42	1,24
H_2O	1,97	2,45	2,44	0,76	3,28	2,36	1,97	1,75	2,12		2,03	3,61	3,90
P_2O_5													0,55

Molekularprozente

SiO_2	57,80	60,73	61,09	53,60	51,86	53,36	53,60	55,92	53,58		45,53	50,17	48,39
TiO_2	1,79	1,38	1,35	1,32	3,29	2,45	1,38	1,71	2,21		0,41	2,19	2,02
Al_2O_3	15,25	15,40	12,82	15,39	12,03	12,26	12,32	13,08	12,25		11,67	10,38	8,26
Fe_2O_3	1,99	2,00	3,53	3,07	3,28	3,43	4,20	2,70	5,72		4,07	3,50	2,23
FeO		1,37	1,94	4,12	3,30	4,54	3,95	3,26	0,44		1,07	5,96	5,24
CaO	11,98	8,97	10,03	12,09	13,75	12,48	12,29	10,71	13,79		14,67	12,30	12,43
MgO	5,59	3,09	3,19	5,43	9,13	6,51	6,77	6,96	7,26		18,55	8,79	17,54
Na_2O	7,33	4,95	4,11	3,86	2,90	3,27	4,41	4,54	3,70		3,37	5,65	3,02
K_2O	1,27	2,11	1,94	1,12	0,46	1,70	1,08	1,12	1,05		0,66	1,06	0,87

Nr.	Gesteinsart	Fundort	L	M	Q	A	C	F	Analytiker	
49	Tephrit (phonolith.)	Dedgesstein bei Spahl . .	83,40	17,83	−1,23	5,60	9,65	7,92	Dürrfeld	Lit. 2
50	„	Steinhauk b. Obernüst (Spahl)	89,84	10,81	−0,65	7,06	8,34	3,72	„	„
51	„	„	75,48	18,37	6,15	6,05	6,77	6,45	„	„
52	„ (basalt.)	Rückersberg bei Eiterfeld .	81,48	22,46	−3,94	4,98	10,41	8,16	„	„
53	„	Tannenfels (Bl. Kleinsassen)	61,56	35,02	3,42	3,36	8,67	14,23	„	„
54	„	Hoherod (Farrod) b. Hofbieber	68,92	32,48	−1,40	4,97	7,29	12,81	„	„
55	„	Suchenberg (Gipfel) Bl. Spahl	71,24	32,61	−3,85	5,49	6,83	12,23	„	„
56	„	Bildstein bei Poppenhausen	74,96	27,02	−1,98	5,66	7,42	10,81	„	„
57	„	Zornberg	68,00	33,26	−1,26	4,75	7,50	13,55	„	„
58										
60	Basanit	Kreuzberg SW vom Kloster	62,80	56,30	−19,10	4,03	7,64	25,58	von Seyfried	„
61	„	Linzberg (Leimkopf), Kuppe	68,36	46,76	−15,12	6,71	3,67	19,88	Möller	„
62	„	„ SO Seite	48,60	61,68	−10,28	3,89	4,37	28,61	„	„

Gewichtsprozente

Tabelle 5

	63.	64.	65.	66.	67.	68.	69.	70.	71.	72.	73.	74.	75.
SiO_2	41,70	47,44	41,03	42,55	41,71	43,18	41,90	41,14	42,68	41,01	42,47	37,73	43,56
TiO_2		1,96	2,43	2,59	2,77	2,16	2,28	2,07	(0,51)	(0,48)	2,81	1,86	1,82
Al_2O_3	14,52	13,44	11,07	10,75	15,80	13,43	13,83	14,28	9,42	11,58	11,48	13,91	11,72
Fe_2O^3	9,59	8,80	4,65	4.92	5,59	5,06	6,27	5,14	11,55	12,54	11,54	12,65	16,49
FeO	2,80	2,92	7,05	6,60	7,64	6,41	4,59	6,23	7,23	7,60	8,08	3,82	3,22
MnO					0,16								
CaO	12,90	10,96	10,59	10,80	10,30	10,39	11,40	12,28	13,15	12,20	12,67	13,52	9,71
MgO	11,88	9,38	15,75	15,51	4,85	11,79	13,17	11,05	10,09	8,67	8,22	11,79	8,45
Na_2O	4,83	3,50	1,71	2,94	6,08	3,05	2,21	2,87	2,71	2,57	3,76	3,38	3,20
K_2O	2,50	1,51	0,94	1,57	1,00	1,41	0,34	0,80	1,16	1,45	0,26	0,68	1,52
H_2O		1,33	4,21	0,57	2,22	2,36	3,87	4,71	1,06	1,87	0,46	0,85	1,29
P_2O_5		0,74	0,41	0,48		0,38			(1,29)	(0,75)			

Molekularprozente

SiO_2	44,32	51,16	43,55	43,94	48,30	46,63	45,44	45,10	46,82	46,41	46,12	41,42	49,54
TiO_2		1,59	1,94	2,01	2,40	1,75	1,85	1,70			2,29	1,53	1,55
Al_2O_3	9,08	8,53	6,91	6,53	10,76	8,53	8,82	9,21	6,08	7,71	7,33	8,98	7,85
Fe_2O_3	3,82	3,56	1,85	1,90	2,42	2,05	2,55	2,11	4,75	5,32	4,70	5,21	7,04
FeO	2,48	2,63	6,24	5,68	7,37	5,77	4,14	5,69	6,61	7,17	7,31	3,49	3,05
CaO	14,69	12,66	12,04	11,95	12,78	12,02	13,24	14,42	15,45	14,80	14,74	15,90	11,83
MgO	18,94	15,17	25,07	24,02	8,42	19,09	21,41	18,16	16,60	14,72	13,39	19,41	14,41
Na_2O	4,97	3,66	1,76	2,94	6,81	3,19	2,32	3,05	2,88	2,82	3,94	3,59	3,63
K_2O	1,70	1,04	0,64	1,03	0,74	0,97	0,23	0,56	0,81	1,05	0,18	0,47	1,10

Nr.	Gesteinsart	Fundort	L	M	Q	A	C	F	Analytiker	
63	Basanit	Barnstein b. Oberriedenberg	63,00	68,74	−31,74	6,67	2,41	31,22	Soellner	Lit. 2
64	„	Hundskopf b. Salzungen .	52,92	54,19	−7,11	4,70	3,83	24,00	Laufer	„
65	„ (Basaltit)	Platzer Kuppe	37,24	77,68	−14,92	2,40	4,51	36,99	Dittrich	„
66	„ „	Lösershag.	42,00	78,18	−20,18	3,97	2,56	37,19	„	„
67	„ „	Dachberg b. Rasdorf . . .	73,24	50,72	−23,96	7,55	3,21	22,94	Lange	„
68	„ „	Ulmenstein	50,76	65,02	−15,78	4,16	4,37	30,46	Möller	„
69	„ (Limburgit)	Hundskopf b. Lengsfeld . .	45,48	65,04	−10,52	2,55	6,27	29,97	Dürrfeld	„
70	„ „	Dörnberg-Suchenberg b. Spahl .	51,28	65,34	−16,62	3,61	5,60	30,56	„	„
71	„ (Hornblbas.)	Todtenköpfchen b. Gersfeld	39,08	72,54	−11,62	3,69	2,39	31,52	Sommerlad	„
72	„ „	Sparbrod b. Gersfeld . . .	46,32	65,70	−12,02	3,87	3,84	27,53	„	„
73	„	Wasserkuppe, Gipfel . . .	45,80	64,46	−10,26	4,12	3,21	27,53	Holler	
74	„	„ , W Abhang .	52,16	69,48	−21,64	4,06	4,92	30,39	„	
75	„	Schafstein	50,32	56,33	−6,65	4,73	3,12	23,12	„	

Gewichtsprozente

Tabelle 6

	76.	77.	78.	80.	81.	82.	83.	84.	85.	86.	87.	88.	89.
SiO_2	40,57	38,54		39,52	38,95	41,30	38,08	41,52	35,77	39,03	40,31	45,19	
TiO_2	2,06	1,16		3,01	0,61	2,15	3,15	0,81	0,46		0,89	1,01	
Al_2O_3	12,49	13,41		12,70	10,65	12,43	11,44	13,99	13,43	21,57	12,24	10,49	
Fe_2O_3	7,69	16,13		5,21	12,92	6,29	7,18	8,32	16,79	8,98	5,77	8,60	
FeO	7,56	4,81		8,92	2,79	4,84	6,55	5,28	3,98	6,82	10,92	5,04	
MnO												0,50	
CaO	15,37	10,96		12,36	15,46	10,88	13,08	13,61	15,04	12,58	12,12	12,94	
MgO	12,30	11,04		12,27	10,91	13,62	12,11	7,74	8,84	4,52	9,10	5,97	
Na_2O	1,08	2,75		3,41	2,62	3,40	2,28	3,98	3,81	3,82	7,52	2,04	
K_2O	0,85	1,37		1,21	1,13	1,71	1,24	1,63	0,71	2,63	1,08	4,09	
H_2O	1,23	0,62		1,68	3,14	2,17	3,98	1,47	1,03	0,55	0,29	3,31	
P_2O_5					1,02		0,54	2,01	0,72		0,45		

Molekularprozente

SiO_2	42,64	43,21		41,11	43,75	44,66	42,07	46,68	41,05	45,16	42,86	51,98	
TiO_2	1,62	0,97		2,35	0,51	1,72	2,61	0,68	0,39		0,71	0,87	
Al_2O_3	7,73	8,85		7,77	7,04	7,82	7,44	9,25	9,07	14,69	7,66	7,09	
Fe_2O_3	3,04	6,78		2,03	5,44	2,52	2,98	3,51	7,22	3,90	2,30	3,71	
FeO	6,62	4,49		7,73	2,61	4,31	6,03	4,94	3,81	6,58	9,68	4,83	
CaO	17,30	13,17		13,77	18,61	12,46	15,48	16,39	18,49	15,60	13,81	10,30	
MgO	19,39	18,56		19,14	18,37	21,83	20,07	13,05	15,22	7,85	14,51	15,95	
Na_2O	1,10	2,99		5,30	2,85	3,51	2,44	4,33	4,23	4,28	7,74	2,27	
K_2O	0,56	0,98		0,80	0,82	1,17	0,88	1,17	0,52	1,94	0,73	3,00	

Nr.	Gesteinsart	Fundort	L	M	Q	A	C	F	Analytiker	
76	Basanit	Schwarzen Berge, Totmannsb.	37,56	74,48	−12,04	1,66	6,07	34,20	Holler	
77	„	„ „ „	51,28	64,97	−16,25	3,97	4,88	26,85	„	
78										
80	Nephelinbasalt	Geba	55,48	77,94	−33,42	6,10	1,67	36,94	Linck	Lit. 2
81	„	Beyer b. Dermbach . . .	42,84	75,27	−18,11	3,67	3,37	33,61	Bredemann	„
82	„	Pietzelstein	50,00	70,92	−20,92	4,68	3,14	32,94	Möller	„
83	„	Schafruhe.	43,04	74,92	−17,96	3,32	4,12	34,48	Haefcke	„
84	„	Sumpfkuppe b. Roth . . .	59,00	61,26	−20,26	5,50	3,75	27,12	Schmidt	„
85	„	Kreuzberg	55,28	69,81	−25,09	4,75	4,32	29,39	Bredemann	„
86	„	„	83,64	43,12	−26,76	6,22	8,47	17,66	von Seyfried	„
87	„	Dreistelz	61,28	80,86	−42,14	8,47	−0,81	36,51	Lenk	„
88	„	Rosengärtchen	49,44	58,52	−7,96	5,27	1,82	25,55	Tichauer	„
89										